

# 1. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ ТА САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Для кращого засвоєння матеріалу студенти зобов'язані написати короткі конспекти за переліком наведених нижче тем і виконати домашнє індивідуальне завдання згідно зі своїм варіантом, вибір якого здійснюється за таблицею (стор. 5). Кожен студент повинен виконати два індивідуальних завдання. Для виконання першого індивідуального завдання необхідно взяти задачі з розділів Механіка і Молекулярна фізика. Для виконання другого індивідуального завдання необхідно обрати задачі з розділів Електромагнетизм, Оптика і Атомна фізика.

## Теми для реферування

1. Матеріальна точка. Траєкторія. Переміщення і шлях. Швидкість і прискорення.
2. Кутова швидкість, кутове прискорення. Рівняння рівномірного і рівнозмінного обертового рухів.
3. Тангенційне нормальне і повне прискорення при криволінійному русі.
4. Сила і маса. Закон Ньютона.
5. Кінетична і потенціальна енергія. Потенціальна енергія пружно-деформованого тіла.
6. Потенціальна енергія в полі земного тяжіння.
7. Імпульс тіла. Закон зміни імпульсу.
8. Закон збереження імпульсу. Реактивний рух.
9. Робота і енергія. Потужність.
10. Закон всесвітнього тяжіння. Перша, друга і третя космічні швидкості.
11. Вага тіла. Залежність ваги від географічної широти. Невагомість.
12. Абсолютно тверде тіло. Момент інерції тіла. Теорема Штейнера.
13. Основний закон динаміки обертового руху.
14. Момент імпульсу. Закони зміни і збереження моменту імпульсу.
15. Кінетична енергія обертового руху тіла.
16. Кінетика гармонійних коливань (зміщення, амплітуда, період, частота, циклічна частота, фаза).
17. Швидкість і прискорення незатухаючих коливань.
18. Сили, що виникають при коливальному русі. Енергія гармонічних коливань.
19. Загасаючі коливання. Логарифмічний декремент загасання.
20. Додавання коливань, напрямлених по одній і по взаємоперпендикулярних осях. Фігури Ліссажу.
21. Механізм утворення і поширення хвиль. Основні характеристики хвильового процесу.
22. Швидкість хвиль в різних середовищах.
23. Рівняння плоскої біжучої хвилі. Довжина хвиль. Частота. Швидкість. Фаза.
24. Інтерференція хвиль. Умови максимуму і мінімуму при інтерференції. Енергія хвиль.
25. Звук і його характеристика. Параметри звуку.
26. Основні положення молекулярно-кінетичної теорії будови речовин.
27. Рівняння Клапейрона-Менделєєва. Універсальна газова стала.
28. Основне рівняння кінетичної теорії ідеального газу.

29. Середня кінетична енергія поступального руху молекул ідеального газу. Стала Больцмана. Число Лошмідта.
30. Внутрішня енергія ідеального газу. Число ступенів свободи.
31. Теплоємність газу. Фізичний зміст універсальної газової сталої. Формула Майєра.
32. Розподіл молекул газу за швидкостями. Функція розподілу кількості молекул за швидкостями.
33. Середня довжина вільного пробігу молекул газу.
34. Перенесення в газах. Рівняння переносу.
35. Дифузія в газах. Рівняння дифузії. Коефіцієнт дифузії.
36. Теплопровідність газів. Рівняння теплопровідності.
37. Внутрішнє тертя в газах. Формула Ньютона. Дифузія в твердих тілах та рідинах.
38. Теплопровідність рідин та твердих тіл.
39. Сили внутрішнього тертя. Формула Ньютона.
40. Особливості будови рідин і твердих тіл.
41. Види кристалічних ґраток твердих тіл.
42. Деформація твердого тіла. Напруження. Закон Гука.
43. Теплове розширення твердих тіл.
44. Теплоємність твердих тіл. Закони Джоуля-Коппа і Дюлонга-Пті.
45. В'язкість рідин. Турбулентний і ламінарний рух рідин.
46. Внутрішній тиск рідин. Поверхневий натяг і поверхнева енергія.
47. Тиск рідин під викривленою поверхнею. Формула Лапласа.
48. Капілярні явища. Формула Жюрена-Бореллі.
49. Реальний газ. Рівняння Ван-дер-Ваальса.
50. Дослід Ендрюса. Критична температура. Пара і газ.
51. Скраплення газів. Ефект Джоуля-Томпсона.
52. Випарування рідин. Кипіння. Вологість повітря і її види.
53. Перший закон термодинаміки.
54. Робота, що здійснюється при зміні об'ємів газів при різних процесах.
55. Цикл Карно. Другий закон термодинаміки.
56. Ентропія та її обчислення.
57. Статистичний зміст ентропії і другого закону термодинаміки.
58. Електричне поле у вакуумі. Закон Кулона.
59. Силкові лінії. Напруженість поля точкового заряду.
60. Робота в електричному полі. Потенціал поля точкового заряду.
61. Зв'язок між потенціалом і напруженістю електричного поля.
62. Теорема Остроградського-Гаусса і її застосування для визначення напруженості поля.
63. Електричний диполь. Момент диполя. Поведінка диполя в електричному полі.
64. Сегнетоелектрики. П'єзоелектрики та їх застосування.
65. Електроємність. Ємність плоского конденсатора. З'єднання і застосування конденсаторів.
66. Енергія електричного поля. Густина енергії поля.
67. Умови існування струму в провідниках. Електрорушійна сила, напруга, сила і густина струму.

68. Робота і енергія електричного струму. Одиниці роботи і енергії.
69. Теплова дія струму. Закони Джоуля-Ленца.
70. Закон Ома для неоднорідної ділянки кола.
71. Розгалужені кола. Вузли, вітки і контури розгалужених кіл.
72. Правила Кірхгофа і їх застосування для розрахунку розгалужених кіл.
73. Контактні явища. Термоелектрика. Явище Пельтьє.
74. Термоелектронна емісія. Електронно-вакуумні пристрої та їх застосування.
75. Напівпровідники, їх види і властивості.
76. Напівпровідниковий діод і тріод, їх робота і застосування.
77. Природа магнітного поля. Індукція магнітного поля.
78. Дія магнітного поля на провідники зі струмом. Сила Ампера.
79. Напруженість магнітного поля прямого провідника, кільця, котушки, тороїда.
80. Закон Біо-Савара-Лапласа.
81. Сила Лоренца. Рух заряджених частинок в електричних і магнітних полях.
82. Ефект Холла і його застосування.
83. Закон повного струму.
84. Взаємодія провідників зі струмом.
85. Магнітний потік і потокозчеплення. Робота з переміщення контура зі струмом у магнітному полі.
86. Явище електромагнітної індукції. ЕРС індукції. Закони Фарадея і Ленца.
87. Самоіндукція та індуктивність. Вихрові струми.
88. Взаємоіндукція. Принцип роботи трансформатора.
89. Енергія магнітного поля. Густина енергії магнітного поля.
90. Магнітні властивості речовин. Пара-, діа-, феромагнетизм. Застосування феромагнетиків.
91. Змінний струм і його характеристики.
92. Закон Ома для змінного струму. Резонанс напруги і струму.
93. Векторні діаграми напруги, струму, коефіцієнт потужності.
94. Сучасні уявлення про природу світла. Електромагнітна природа світла.
95. Основні закони геометричної оптики.
96. Дисперсія світла. Спектри. Лінзи і їх параметри.
97. Формула лінзи. Побудова зображення в лінзах. Аберації.
98. Інтерференція світла. Умови максимуму і мінімуму при інтерференції. Методи утворення когерентних джерел.
99. Інтерференція в тонких плівках. Застосування інтерференції.
100. Голографічний метод запису інтерференції.
101. Дифракція світла. Дифракція на одній щілині.
102. Дифракційна ґратка і її застосування.
103. Поляризація світла. Методи отримання поляризованого світла.
104. Поляризація при відбиванні. Закони Брюстера.
105. Подвійне променезаломлення. Закон Малюса.
106. Оптично активні речовини. Повертання площин поляризації. Поляриметрія.
107. Зовнішній фотоефект. Закони Столетова. Формула Ейнштейна. Фотоелементи і їх застосування.
108. Внутрішній фотоефект. Фотогальванічний ефект. Фоторезистори. Тиск світла.

109. Рентгенівське випромінювання. Гальмівне і характеристичне випромінювання. Застосування рентгенівського випромінювання.
110. Дифракція рентгенівських променів. Формула Вульфа-Брегга.
111. Фотометричні величини. Світловий потік, сила світла, освітленість, яскравість, експозиція. Зв'язок між ними.
112. Будова атома. Досліди Резерфорда. Модель атома за Резерфордом.
113. Постулати Бора. Енергія електронів в атомі.
114. Порядок заповнення електронних оболонок багатоелектронних атомів.
115. Будова ядра. Ядерні сили. Енергія зв'язку. Дефект маси.
116. Радіоактивний розпад. Закон радіоактивного розпаду.
117. Закони зміщення при радіоактивному розпаді.
118. Активність. Одиниці активності.
119. Дози опромінення. Дія радіоактивних опромінювань на речовину.
120. Реакції ділення важких ядер.
121. Термоядерний синтез ядер.
122. Ланцюгові реакції. Ядерний реактор і принцип його дії.
123. Елементарні частинки і їх види.

**Завдання необхідно виконувати відповідно до варіантів.**

**Номер варіанта відповідає номеру студента в списку групи.**

**Номери задач відповідно до варіантів вказано в таблиці (сторінки 5, 6).**

**По горизонталі подано останню цифру номера варіанта, по вертикалі – передостанню.**

**Наприклад:**

**варіанту 06 відповідають номери задач - 7, 32, 57, 82, 107, 132, 157.**

**варіанту 10 – 11, 36, 61, 86, 111, 136, 161.**

**Для підвищення своїх оцінок кожен студент може підготувати від трьох до п'яти коротких рефератів (обсягом до двох друкованих сторінок А4).**

**Теми для реферування наводяться на сторінках 1-5 методичних вказівок. Номер теми обираємо аналогічно до того як обирали номери своїх задач.**

**Наприклад:**

**варіанту 06 відповідають номери тем - 7, 32, 57, 82, 107.**

**варіанту 10 – 11, 36, 61, 86, 111.**

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85
	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110
	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135
	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160
1	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145
	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170
2	21	22	23	24	25	26	27	1	2	3
	46	47	48	49	50	51	52	27	28	29
	71	72	73	74	75	76	77	53	54	55
	96	97	98	99	100	101	102	79	80	81
	121	122	123	124	125	126	127	105	106	107
	146	147	148	149	150	151	152	131	132	133
	171	172	173	174	175	176	177	157	158	159
3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117
	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143
	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169
4	14	15	16	17	18	19	20	21	7	8
	40	41	42	43	44	45	46	47	31	32
	66	67	68	69	70	71	72	73	55	56
	92	93	94	95	96	97	98	99	79	80
	118	119	120	121	122	123	124	125	103	104
	144	145	146	147	148	149	150	151	127	128
	170	171	172	173	174	175	176	177	151	152
5	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66
	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138
	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162
6	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76
	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124
	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148
	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172
7	29	30	31	32	33	2	3	4	5	6
	53	54	55	56	57	26	27	28	29	30
	77	78	79	80	81	54	55	56	57	58
	101	102	103	104	105	78	79	80	81	82
	125	126	127	128	129	106	107	108	109	110
	149	150	151	152	153	130	131	132	133	134
	173	174	175	176	177	158	159	160	161	162

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92
	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144
	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172
9	17	18	19	20	21	6	7	8	9	10
	41	42	43	44	45	32	33	34	35	36
	69	70	71	72	73	54	55	56	57	58
	93	94	95	96	97	80	81	82	83	84
	121	122	123	124	125	102	103	104	105	106
	145	146	147	148	149	128	129	130	131	132
	173	174	175	176	177	152	153	154	155	156
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94
	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116
	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142
	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166
11	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56
	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78
	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104
	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126
	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152
	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176
12	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	57	28	29	30	31	32	33	34	35	36
	79	55	56	57	58	59	60	61	62	63
	105	82	83	84	85	86	87	88	89	90
	127	105	106	107	108	109	110	111	112	113
	153	128	129	130	131	132	133	134	135	136
	177	151	152	153	154	155	156	157	158	159
13	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46
	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73
	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123
	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146
	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169
14	20	21	22	23	24	25	26	27	8	9
	47	48	49	50	51	52	53	54	31	32
	74	75	76	77	78	79	80	81	54	55
	101	102	103	104	105	106	107	108	77	78
	124	125	126	127	128	129	130	131	104	105
	147	148	149	150	151	152	153	154	131	132
	170	171	172	173	174	175	176	177	158	159

## 2. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ

Для комплексного засвоєння тем, що вивчаються, необхідно самостійно розв'язати запропоновані у Вашому варіанті задачі. Кожна задача розв'язується, виходячи з конкретних умов, але є загальні методи розв'язку. Деякі з них, а також приклади розв'язків задач, наводяться нижче.

Методи розв'язку задач.

За умовою задачі необхідно записати формулу, за якою визначається шукана величина.

1. Визначити з умови задачі, які величини, що ввійшли в формулу, є в умові, а яких немає.

2. Для величин, що ввійшли в першу формулу, але значення яких не наведені в умові задачі, записуємо, відповідно, «свої», необхідні для розрахунків формули, обходимося з ними аналогічно пункту 1 і утворюємо «ланцюжок» формул. Коли з'ясуємо, що в деякій формулі «ланцюжка» всі величини наведені в умові задачі – ця формула є останньою. Її значення підставляємо в попередні формули і створюємо робочу формулу, в яку і підставляємо величини, наведені в умові задачі в основних одиницях СІ.

### Приклад 1

Знайти силу, що діє на тіло масою  $m = 2$  кг, яке рухається за законом  $S = A + Bt^2 + Ct^3$  в кінці другої секунди від початку руху ( $A = 1$  м,  $B = 2$  м/с<sup>2</sup>,  $C = 1$  м/с<sup>3</sup>).

#### Дано:

$$S = A + Bt^2 + Ct^3$$

$$m = 2 \text{ кг}$$

$$t = 2 \text{ с}$$

$$A = 1 \text{ м}$$

$$B = 2 \text{ м/с}$$

$$F - ?$$

#### Розв'язок

Записуємо формулу сили (за другим законом Ньютона)

$$F = ma. \quad (1)$$

Розглядаємо цю формулу і знаходимо, що величина  $m$  в умові задачі є, а величина  $a$  – прискорення – не вказана.

Записуємо формулу для знаходження прискорення:

$$a = \frac{dV}{dt}. \quad (2)$$

У цій формулі є величина  $V$  – швидкість, значення якої в умові задачі не вказана.

Записуємо формулу швидкості:  $V = \frac{dS}{dt}$ . У цій формулі шлях тіла  $S$

визначений умовою задачі. Отже, ця формула у ланцюжку формул – остання.

Знаходимо  $V = \frac{dS}{dt} = 2Bt - 3Ct^2$  і підставляємо це значення в формулу (2):

$$a = \frac{dV}{dt} = 2B - 6Ct.$$

Згідно з формулою (1) маємо:  $F = ma = m(2B - 6Ct) = 2 \cdot (2 \cdot 2 - 6 \cdot 1 \cdot 2) = -16H$ .

Знак « $\rightarrow$ » вказує, що сила гальмує тіло.

### Приклад 2

Визначити лінійну швидкість центру кулі, що скотилась без ковзання з похилої площини висотою 2 м. Тертям знехтувати.

**Дано:**

$$h = 2 \text{ м}$$

$$v = ?$$

**Розв'язок**

Швидкість тіла при прискореному русі визначається за формулою:

$$v = at. \quad (1)$$

В умові задачі не зазначено прискорення і час, тому за формулою (1) цю задачу розв'язувати неможливо. Отже, скористаємося законом збереження енергії, оскільки при скочуванні кулі потенціальна енергія перетворюється в кінетичну енергію кулі:

$$W_{\text{п}} = W_{\text{кін.}} \quad (2)$$

Потенціальна енергія тіла рівна:

$$W_{\text{п}} = m \cdot g \cdot h \quad (3)$$

Кінетична енергія кулі, що котиться, складається з кінетичної енергії поступального і обертового рухів:  $W_{\text{кін}} = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2$ , (4)

де  $I = \frac{2}{5}mR^2$  – момент інерції кулі;  $\omega = \frac{v}{R}$  – кутова швидкість.

Тому кінетична енергія кулі:

$$W_{\text{к}} = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{2}{5} \cdot \frac{1}{2} \cdot R^2m \cdot \frac{v}{R^2} = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{5}mv^2 = \frac{7}{10}mv^2 \quad (5)$$



Підставляємо формулу (3) і (5) у формулу (2) і отримуємо:

$$mgh = \frac{7}{10}mv^2 \Rightarrow v = \sqrt{\frac{10}{7}gh} \text{ м/с}; \Rightarrow v = 5,29 \text{ м/с.}$$

### Приклад 3

Знайти густину і масу кисню, що займає за температури  $T = 300 \text{ К}$  і тиску  $p = 1,6 \cdot 10^5 \text{ Па}$  об'єм  $200 \text{ м}^3$ .

#### Дано:

$$V = 200 \text{ м}^3$$

$$T = 300 \text{ К}$$

$$p = 1,6 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

$$M = 32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$$

$$R = 8,314 \text{ Дж/моль} \cdot \text{К}$$

---


$$\rho - ? \text{ і } m - ?$$

#### Розв'язок

Запишемо рівняння стану ідеального газу:

$$pV = \frac{m}{M} \cdot RT. \quad (1)$$

Звідси знаходимо  $m$ :

$$m = \frac{MpV}{RT} = \frac{32 \cdot 10^{-3} \cdot 1,6 \cdot 10^5 \cdot 200}{8,314 \cdot 300} = 410 \text{ кг.}$$

Знаходимо густину кисню:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{410}{200} = 2,05 \text{ кг/м}^3.$$

### Приклад 4

Теплова машина працює за прямим циклом Карно. Температура нагрівання  $T_1 = 500 \text{ К}$ . Визначити ККД циклу і температуру холодильника, якщо завдяки кожному кілоджоулю теплоти нагрівача  $Q_1$  виконується робота  $A = 380 \text{ Дж}$ .

#### Дано:

$$T_1 = 500 \text{ К}$$

$$Q_1 = 1 \text{ кДж} = 1000 \text{ Дж}$$

$$A = 380 \text{ Дж}$$

---


$$\eta - ? \quad T_2 - ?$$

#### Розв'язок

ККД теплової машини визначається за формулою:

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{A}{Q_1} = \frac{T_1 - T_2}{T_1},$$

де  $Q_1$  – теплота, отримана від нагрівача.

$T_2$  – температура холодильника.

$$\text{Визначаємо ККД циклу } \eta = \frac{A}{Q_1} = \frac{380}{1000} = 0,38 = 38 \%.$$

$$\text{Визначаємо } T_2 \text{ з формули } \eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} : T_2 = T_1 \cdot (1 - \eta).$$

$$\text{Отже, } T_2 = 500(1 - 0,38) = 500 \cdot 0,62 = 310 \text{ К.}$$

### Приклад 5

Вантаж масою  $m = 1 \text{ кг}$  коливається за законом  $X = 0,02 \sin(\pi t + 0,5\pi) \text{ м}$ .

Визначити амплітуду коливання, період, початкову фазу коливання, максимальну

швидкість, прискорення і повну енергію коливань.

**Дано:**

$$X = 0,02 \sin(\pi t + 0,5\pi) \text{ м}$$

$$m = 1 \text{ кг}$$

---


$$A - ? \quad T - ? \quad \varphi_0 - ? \quad v_{\max} - ? \quad a - ?$$

$$W - ?$$

**Розв'язок**

Порівнюючи загальне рівняння гармонічного коливання:

$$X = A \sin(\omega t + \varphi_0). \quad (1)$$

і рівняння з умови задачі:

$$X = 0,02 \sin(\pi t + 0,5\pi), \quad (2)$$

знаходимо, що амплітуда:  $A = 0,02 \text{ м}$ .

Циклічна частота визначається за формулою:  $\omega = 2\pi\nu = \frac{2\pi}{T} \quad (3)$

Порівнюючи формули (2) і (3), отримуємо  $\omega = \pi$ .

Отже,  $2\pi/T = \pi$ , звідки визначаємо період коливань  $T = 2 \text{ с}$ .

Шукаємо максимальну швидкість коливання:  $v_{\max} = A \cdot \omega = 0,02\pi \text{ м/с} = 6,28 \cdot 10^{-2} \text{ м/с}$ .

Знаходимо максимальне прискорення вантажу:

$$a = A\omega^2 = 0,02\pi^2 \text{ м/с}^2 = 0,197 \text{ м/с}^2.$$

Знаходимо повну енергію гармонічних коливань:

$$W = \frac{mA^2\omega^2}{2} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ Дж}.$$

**Приклад 6**

Гальванічний елемент з електрорушійною силою  $E = 1,5 \text{ В}$  і внутрішнім опором  $r_0 = 1,0 \text{ Ом}$  замкнено на зовнішній опір  $R = 4,0 \text{ Ом}$ . Знайти силу струму в колі, падіння напруги в елементі й напругу на клеммах елемента.

**Дано:**

$$E = 1,5 \text{ В}$$

$$r_0 = 1,0 \text{ Ом}$$

$$R = 4 \text{ Ом}$$

**Розв'язок**

Силу струму в замкнутому колі знаходять за законом Ома для повного кола:

$$I - ? \quad \Delta U - ? \quad U - ?$$

$$I = \frac{E}{r_0 + R} = \frac{1,5}{1,0 + 4,0} = 0,3 \text{ A.}$$

Падіння напруги в елементі дорівнює:  $\Delta U = I \cdot r_0 = 0,3 \cdot 1,0 = 0,3 \text{ V}$ .

Напруга на клеммах елемента  $U$  дорівнює:  $U = E - \Delta U = 1,5 - 0,3 = 1,2 \text{ V}$ .

### Приклад 7

Соленоїд діаметром  $D = 10 \text{ см}$  і довжиною  $l = 60 \text{ см}$  має  $N = 1000$  витків. За час  $\Delta t = 1 \text{ с}$  сила струму в ньому рівномірно збільшилась на  $\Delta I = 0,2 \text{ A}$ . На соленоїд почеплене кільце з мідного провідника перерізом  $S = 2 \text{ мм}^2$ . Знайти силу індуктивного струму, що виникає у кільці.

#### Дано:

$$D = 10 \text{ см} = 1 \cdot 10^{-1} \text{ м}$$

$$l = 60 \text{ см} = 6 \cdot 10^{-1} \text{ м}$$

$$N = 10^3$$

$$S = 2 \text{ мм}^2 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$$

$$\frac{dI}{dt} = 0,2 \text{ A/с} = 2 \cdot 10^{-1} \text{ A/с}$$

$$I_{\kappa} - ?$$

#### Розв'язок

Силу струму знаходимо за законом Ома:

$$I = \frac{|E_{\kappa}|}{R_{\kappa}}, \quad (1)$$

де  $R_{\kappa} = \frac{\rho l_{\kappa}}{S}. \quad (2)$

Електрорушійна сила соленоїда визначається за формулою  $E_{\kappa} = -L \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t}, \quad (3)$

де величина індуктивності  $L = \mu_0 \cdot \frac{\pi D^2}{4} \cdot \frac{N^2}{l}. \quad (4)$

Електрорушійна сила взаємоіндукції, що виникне у одному витку, буде в  $N$  разів менша, ніж ЕРС самоіндукції соленоїда, тобто:

$$E_{\kappa} = \frac{E_{\text{сол}}}{N} = \frac{\mu_0 \pi D^2 N}{4l} \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t}. \quad (5)$$

З урахуванням формул (2) і (5), одержуємо:  $I_{\kappa} = \frac{\mu_0 N D S}{4l \cdot \rho} \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t} = 1,23 \cdot 10^{-6} \text{ A}.$

### Приклад 8

Дифракційна ґратка, на  $1 \text{ мм}$  якої нанесено  $75$  штрихів, освітлюється монохроматичним світлом з довжиною хвилі  $\lambda = 500 \text{ нм}$ . На екрані, що розташований на віддалі  $L$ , спостерігаються світлі смуги на різних відстанях одна

від одної. Віддаль від центральної світлої смуги на екрані до іншої світлої смуги  $h = 11,25$  см. Визначити  $L$ .

**Дано:**

$$k = 2$$

$$N = 75 \text{ мм}^{-1}$$

$$\lambda = 500 \text{ нм} = 5 \cdot 10^{-7} \text{ м}$$

$$h = 11,25 \text{ см} =$$

$$= 1,125 \cdot 10^{-1} \text{ м}$$

$L$  – ?

$$d = \frac{1}{N} = \frac{10^{-3}}{75} \text{ м.}$$

**Розв'язок**

Відомо, що  $\ell = \frac{h}{\text{tg}\varphi}$ , де  $\varphi$  – кут дифракції, який

знаходять з умови максимуму для дифракційної ґратки.

$$k \cdot \lambda = d \sin \varphi,$$

де  $d$  – стала дифракційної ґратки,

$k$  – порядок максимуму.

$$\text{Отже, } \sin \varphi = \frac{k \cdot \lambda}{d} = \frac{2 \cdot 5 \cdot 10^{-7} \cdot 75}{10^{-3}} = 0,075.$$

Враховуючи, що для малих кутів  $\sin \varphi \approx \text{tg}\varphi$ , знаходимо:

$$\ell = \frac{h}{\text{tg}\varphi} = \frac{11,25 \cdot 10^{-2}}{0,075} = 1,5 \text{ м.}$$

**Приклад 9**

Знайти початкову активність магнію  $Mg_{12}^{25}$  масою  $m = 0,2 \cdot 10^{-9}$  кг, якщо період його напіврозпаду  $T = 10$  хв.

**Дано:**

$$m = 0,2 \cdot 10^{-9} \text{ кг}$$

$$T = 10 \text{ хв} = 600 \text{ с}$$

$a$  – ?

**Розв'язок**

Активність радіоактивного нукліда  $a$

визначається за формулою:

$$a = \frac{dN}{dt} = -\lambda \cdot N \quad (1)$$

Початкова активність  $a_0 = \lambda \cdot N_0$ , де  $\lambda$  – стала розпаду, що дорівнює:

$$\lambda = \frac{\ln 2}{T},$$

$$\text{а } N_0 \text{ – початкова кількість атомів: } N_0 = \frac{m}{M} \cdot N_A. \quad (2)$$

Підставляємо формулу (2) у формулу (1) і одержуємо:

$$a_0 = \frac{m}{M} \cdot N_A \cdot \frac{\ln 2}{T} = \frac{2 \cdot 10^{-10} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 0,693}{26 \cdot 10^{-3} \cdot 600} = 5,3 \cdot 10^{12} \text{ Бк.}$$

### Приклад 10

Обчислити дефект маси  $\Delta m$  і енергію зв'язку  $\Delta W$  ядра  $B_6^{11}$ .

#### Розв'язок

Дефект маси  $\Delta m$  визначається за формулою:

$$\Delta m = [Z \cdot m_p + (A - Z)m_n - m_{\text{я}}], \quad (1)$$

де  $Z$  – атомний номер;  $A$  – масове число;  $(A - Z)$  – кількість нейтронів;  $m_p$  – маса протона;  $m_n$  – маса нейтрона;  $m_{\text{я}}$  – маса ядра.

Підставивши в (1) ці значення, маємо величину дефекту маси ядра в атомних одиницях маси (*а.о.м.*):

$$\Delta m = 6 \cdot 1,00759 + 5 \cdot 1,00898 - 11,00931 = 0,08113 \text{ а.о.м.}$$

Визначаємо енергію зв'язку ядра (в MeV) за формулою:

$$\Delta W = 931 \cdot \Delta m$$

$$\Delta W = 931 \cdot (6 \cdot 1,00759 + 5 \cdot 1,00898 - 11,00931) = 76,2 \text{ MeV.}$$

## ЗАДАЧІ ДЛЯ КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ

### Розділи: Механіка і Молекулярна фізика

1. При вільному падінні тіло за останню секунду пройшло шлях, вдвічі більший, ніж за передостанню. Знайти висоту, з якої падало тіло, час падіння і швидкість при ударі об землю.

2. З якої висоти впало тіло, якщо останній метр шляху воно пройшло за  $0,1 \text{ с}$ ?

3. Рух матеріальної точки задано рівнянням  $x=3t - 0,25t^2$ . Визначити момент часу, коли швидкість точки дорівнює нулю. Знайти координату та прискорення у цей момент. Побудувати графіки залежності координати, швидкості та шляху від часу.

4. Матеріальна точка рухається прямолінійно. Її рівняння руху  $s=2+3t+0,01t^3$ . Чому дорівнюють швидкість та прискорення точки в моменти часу  $t=0$  та  $t=10 \text{ с}$ ?

5. Автомобіль, рухаючись зі швидкістю  $100 \text{ км/год}$  за  $10 \text{ с}$  зменшив швидкість до  $60 \text{ км/год}$ . З яким прискоренням автомобіль рухався цією ділянкою шляху? Яке переміщення він здійснив?

6. Тіло, рухаючись рівноприскоренно, за  $10 \text{ с}$  пройшло шлях  $100 \text{ м}$ , причому його швидкість зростає у тричі. Знайдіть початкову швидкість та прискорення тіла.

7. Автомобіль рухається по колу радіусом  $R = 50 \text{ м}$ . Знайти його швидкість, тангенційне, нормальне і повне прискорення в момент часу  $t = 5 \text{ с}$ , якщо закон його руху  $S = 10 + 10t - 0,5t^2 \text{ м}$ .

8. Тіло рухається за законом  $S = A + B \cdot t + C \cdot t^2$ , де  $A = 3 \text{ м}$ ,  $B = 2 \text{ м/с}$ ,  $C = 1 \text{ м/с}^3$ . Знайти середню швидкість  $\bar{v}$ , середнє прискорення  $\bar{a}$  тіла за першу, другу і третю секунди його руху.

9. Визначити повне прискорення точки на ділянці кривої з радіусом кривизни  $3 \text{ м}$ , якщо на цій ділянці швидкість її дорівнює  $2 \text{ м/с}$ , а тангенціальне прискорення  $-0,5 \text{ м/с}^2$ .

10. Колом радіуса  $8 \text{ м}$  рухається точка. У деякий момент часу її нормальне прискорення рівне  $4,9 \text{ м/с}^2$ , при цьому вектори повного і нормального прискорень утворюють кут  $60^\circ$ . Знайти лінійну та кутову швидкості й тангенціальне прискорення точки в даний момент часу.

11. Точка рухається колом радіуса  $10 \text{ м}$  за законом  $r=-t^2+20t+1$ . Знайти повне прискорення точки в момент часу  $t=5 \text{ с}$ .

12. Колесо обертається так, що кут його повороту виражається формулою:  $\varphi = A + Bt + Ct^2 + Dt^3$ , де  $B = 1 \text{ рад/с}$ ,  $C = 1 \text{ рад/с}^2$ ,  $D = 1 \text{ рад/с}^3$ . Знайти радіус колеса, якщо відомо, що наприкінці другої секунди руху точки, що лежать на ободі колеса, мають нормальне прискорення  $a_n = 3,46 \cdot 10^2 \text{ м/с}^2$ .

13. Точка рухається по колу радіусом  $R = 2 \text{ м}$  за формулою  $S = 2 \cdot t^3$ . В який момент часу нормальне прискорення точки дорівнює за абсолютною величиною її тангенційному прискоренню? Чому дорівнює повне прискорення точки в цей момент часу?

14. Електродвигун, що має частоту обертів  $\nu = 200 \text{ об/хв}$ , після вимкнення струму зупинився, зробивши  $80$  обертів. За який час він зупиниться, якщо обертання після вимкнення струму рівносповільнене?

15. Маховик, що обертався з частотою  $\nu = 60$  об./хв, через 12 с після припинення роботи двигуна зупинився через гальмування. Скільки обертів він зробив від початку гальмування до зупинки, якщо рух рівносповільнений?

16. Знайти, у скільки разів нормальне прискорення  $a_n$  точки, що лежить на ободі колеса, більше за її тангенціальне прискорення в момент часу, коли вектор повного прискорення цієї точки складає кут  $\alpha = 30^\circ$  з вектором лінійної швидкості.

17. М'яч кидають вертикально вгору з початковою швидкістю 15 м/с. Якої висоти досягне м'яч та скільки часу він пробуде в повітрі?

18. М'яч кинули зі швидкістю  $v_0 = 15$  м/с під кутом  $\alpha = 45^\circ$  до горизонту. На якій віддалі від місця кидання він упаде і через який час?

19. Знайти роботу, яку необхідно виконати для піднімання по похилій площині вантажу масою  $m = 100$  кг. Довжина похилої площини  $L = 2$  м, кут нахилу  $\alpha = 30^\circ$ , коефіцієнт тертя  $\mu = 0,1$ . Вантаж рухається з прискоренням  $\bar{a} = 1$  м/с<sup>2</sup>.

20. Знайти радіус колеса, якщо лінійна швидкість точок, що лежать на ободі, в 2,5 рази більша за лінійну швидкість точок, що лежать на 5 см ближче до осі колеса.

21. Частота обертання диска 2000 об./хв, його діаметр 30 см. З якою швидкістю обертаються точки на ободі диска та яке доцентрове прискорення вони мають?

22. Маховик із стану спокою почав обертатись рівноприскорено та за проміжок часу 10 с досяг частоти обертання 600 об./хв. Визначити кутове прискорення маховика та кількість обертів, які маховик виконав за цей час.

23. Точка рухається колом радіуса 20 см з постійним тангенціальним прискоренням. Знайдіть нормальну складову прискорення точки через 20 с після початку руху, якщо відомо, що на кінець п'ятого оберту, лінійна швидкість точки дорівнювала 0,5 м/с.

24. Точка виконує коливання за законом  $x = A \cdot \cos(\omega t + \varphi_0)$ , де  $A = 2$  см,  $\omega = 3/2 \pi$  с<sup>-1</sup>,  $\varphi_0 = \pi/5$  рад. Побудувати графіки залежності  $x = f(t)$ ,  $dx/dt = f(t)$ ,  $d^2x/dt^2 = f(t)$ .

25. Під яким кутом до горизонту необхідно кинути тіло, щоб висота його підйому була рівною дальності польоту?

26. Визначити лінійну швидкість центра кулі, що скотилась без ковзання з похилої площини висотою  $h = 3$  м.

27. Скільки часу буде скочуватись без ковзання циліндр з похилої площини довжиною  $L = 2$  м і висотою  $h = 10$  см?

28. Мідна куля радіусом  $R = 10$  см обертається з частотою  $\nu = 2$  об/с навколо осі, що проходить через її центр. Яку роботу потрібно виконати, щоб збільшити кутову швидкість кулі вдвічі? Густина міді  $\rho = 8930$  кг/м<sup>3</sup>.

29. Автомобіль масою  $m = 5$  т рухається зі швидкістю  $v = 10$  м/с по опуклому мосту, радіус кривизни якого  $R = 10$  м. Визначити силу тиску автомобіля у верхній точці моста.

30. Яким повинен бути радіус орбіти штучного супутника, щоб період обертання його навколо Землі був рівним періоду обертання Землі навколо своєї осі?

31. Тіло ковзає з похилої площини, що утворює з горизонтом кут  $\alpha = 45^\circ$ . Пройшовши шлях  $S = 36,4 \text{ см}$ , тіло набуло швидкість  $v = 2 \text{ м/с}$ . Знайти коефіцієнт тертя з поверхнею.

32. На нитці, що витримує натяг  $10 \text{ Н}$ , піднімають тягар масою  $500 \text{ г}$  із стану спокою вертикально вгору. Вважаючи рух рівноприскореним і силу опору, яка дорівнює в середньому  $0,5 \text{ Н}$ , знайти максимальну висоту, на яку можна підняти тягар за  $1 \text{ с}$  так, щоб нитка не порвалася.

33. Радіус малої планети  $R = 250 \text{ км}$ , середня густина  $\rho = 3 \text{ г/см}^3$ . Знайти прискорення вільного падіння на поверхні планети.

34. Поїзд масою  $m = 500 \text{ т}$  після припинення тяги локомотива під дією сили тертя  $F = 90 \text{ кН}$  зупиняється через час  $t = 1 \text{ хв}$ . З якою початковою швидкістю  $v_0$  рухався поїзд?

35. Автомобіль масою  $2 \text{ т}$  гальмуючи, зупиняється за  $10 \text{ с}$ , пройшовши шлях  $30 \text{ м}$ . Знайдіть гальмівну силу.

36. Велосипедист на горизонтальній ділянці шляху, досягши швидкості  $30 \text{ км/год}$ , припинив працювати педалями. Через  $2 \text{ хв } 10 \text{ с}$  велосипед вже мав швидкість  $5 \text{ км/год}$ . Яка гальмівна сила діє на велосипед, якщо маса велосипеда з велосипедистом  $90 \text{ кг}$ ?

37. Дерев'яний брусок, пущений горизонтальною льодяною поверхнею зі швидкістю  $10 \text{ м/с}$  зупинився через  $4 \text{ с}$ . Знайдіть коефіцієнт тертя.

38. Похила площина утворює кут  $45^\circ$  з площиною горизонту та має довжину  $2 \text{ м}$ . Тіло, рухаючись рівноприскорено, зсунулось з цієї площини за  $2 \text{ с}$ . Визначити коефіцієнт тертя.

39. Під дією сили  $F = 10 \text{ Н}$  тіло рухається так, що залежність пройденого шляху від часу задається рівнянням:  $S = A + Vt + Ct^2$ , де  $C = 1 \text{ м/с}^2$ . Знайти масу тіла.

40. Гиря масою  $m = 0,2 \text{ кг}$  обертається на нитці у вертикальній площині. Знайти різницю  $\Delta T$  між найбільшою і найменшою силами натягу.

41. Тіло масою  $3 \text{ кг}$  падає у повітрі з прискоренням  $\bar{a} = 8 \text{ м/с}^2$ . Знайти силу опору повітря.

42. Акробат на мотоциклі описує «мертву петлю» радіусом  $10 \text{ м}$ . З якою найменшою швидкістю повинен їхати акробат, щоб не зірватись у найвищій точці?

43. Тягарець, підвішений на нитці довжиною  $2 \text{ м}$ , рівномірно обертається по колу в горизонтальній площині (рис.1). Знайти період обертання тягарця, якщо нитка при обертанні відхиляється на кут  $30^\circ$ .

44. Вантаж масою  $100 \text{ кг}$  підвішений на ланцюгу довжиною  $5 \text{ м}$ . На яку найбільшу висоту можна відхилити вантаж, щоб при подальших коливаннях ланцюг не обірвався, якщо розрив настає при силі натягу  $T = 2 \text{ кН}$ ?

45. Людина масою  $70 \text{ кг}$  піднімається у ліфті, що рухається рівносповільнено вверх з прискоренням  $1 \text{ м/с}^2$ . Визначити силу тиску людини на підлогу кабіни.

46. Тіло, рухаючись рівноприскорено, за  $10 \text{ с}$  пройшло шлях  $100 \text{ м}$ , причому його швидкість зросла у тричі. Знайдіть початкову швидкість та прискорення тіла.

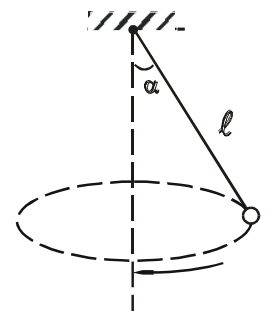


Рис. 1.



47. Точка рухається колом радіуса 10 м за законом  $r = -t^2 + 20t + 1$ . Знайти повне прискорення точки в момент часу  $t = 5$  с.

48. На циліндр діаметром 10 см, що може обертатися навколо горизонтальної осі, намотана нитка, до кінця якої прив'язали вантаж та дали йому можливість опускатись. Рухаючись рівноприскорено, за час 3 с вантаж опустився на 1,5 м. Визначити кутове прискорення циліндра. Яку лінійну швидкість мали точки поверхні циліндра через 2 с після початку руху?

49. Горизонтальна струмина води з поперечним перерізом  $5 \text{ см}^2$  вдаряється зі швидкістю 2 м/с у вертикальну стіну та вільно нею стікає. Знайдіть силу, з якою струмина діє на стіну. [4 Н].

50. До ободу диска масою  $m = 5 \text{ кг}$  прикладена постійна дотична сила  $F = 2 \text{ кг}$ . Яку кінетичну енергію матиме диск через проміжок часу  $\Delta t = 5 \text{ с}$  після початку дії сили?

51. Куля масою 1 кг, що рухається зі швидкістю 20 м/с, зазнає непружного центрального удару з кулею масою 0,5 кг, яка рухається зі швидкістю 10 м/с у тому ж напрямку. Знайти швидкість куль після удару.

52. Людина масою 80 кг, стоячи на ковзанах на льоду, кидає в горизонтальному напрямку вантаж масою 2 кг зі швидкістю 5 м/с. На яку відстань вона відкотиться, якщо коефіцієнт тертя ковзанів об лід дорівнює 0,01?

53. Ракета летить зі швидкістю 200 м/с. Після відокремлення головної частини швидкість ракети-носія зменшилась удвоє, а напрям руху ракети-носія і головної частини залишився попередній. Якою стала швидкість головної частини ракети, якщо її маса менша маси ракети-носія у 6 разів?

54. Вал у вигляді суцільного циліндра масою  $m = 10 \text{ кг}$  насаджений на горизонтальну вісь. На циліндр намотаний шнур, до вільного кінця якого підвішена гиря масою 2 кг. З яким прискоренням буде опускатись гиря, якщо її відпустити?

55. Під дією постійної сили вагонетка із стану спокою пройшла шлях 10 м та набула при цьому швидкості 2 м/с. Визначити роботу сили, якщо маса вагонетки 500 кг, а коефіцієнт тертя 0,1.

56. Потяг масою  $6 \cdot 10^5 \text{ кг}$  рівномірно піднімається на гору. Підйом гори складає 20 м на 1 км шляху, коефіцієнт тертя 0,3, швидкість потяга 36 км/год. Визначити потужність тепловоза.

57. Мотоцикліст їде горизонтальним шляхом. Яку найменшу швидкість він повинен мати, щоб вимкнувши двигун, проїхати по треку «мертва петля» з радіусом 6 м?

58. М'ячик кинуто в горизонтальному напрямку зі швидкістю 10 м/с. Через який час кінетична енергія тіла зросте вдвічі?

59. Тіло масою  $m_1$  рухається зі швидкістю 2 м/с та наздоганяє тіло масою  $m_2$ , що рухається в тому ж напрямку зі швидкістю 0,7 м/с. Знайдіть співвідношення мас даних тіл, якщо відомо, що після центрального пружного удару перше тіло зупинилось.

60. З якої найменшої висоти повинен скотитись акробат на велосипеді, не працюючи ногами, щоб проїхати по дорожці, яка має форму «мертвої петлі» радіусом 5 м, щоб не відірватись від дорожки у верхній точці петлі (тертя не враховувати)?

61. Куля масою  $m = 1$  кг, що котиться без ковзання, вдаряється об стінку і відкочується від неї. Швидкість кулі до удару –  $v_1 = 10$  см/с, після удару –  $v_2 = 8$  см/с. Знайти кількість теплоти  $Q$ , що виділилась при ударі.

62. Плавець масою 100 кг пірнає у басейн з висоти 5 м. За час  $t = 0,4$  с вода зменшує його швидкість до нуля. З якою середньою силою вода діє на тіло плавця?

63. Від удару копра масою 500 кг, який вільно падає з деякої висоти, паля забивається у ґрунт на 8 см. Визначити силу опору ґрунту, вважаючи її постійною, якщо швидкість копра перед ударом 10 м/с. Вагу палі не враховувати.

64. Обчисліть момент інерції циліндра масою 10 кг, радіусом основи 10 см відносно осі, що паралельна до осі симетрії та лежить на відстані подвійного радіуса від неї.

65. Куля масою  $m$  та радіусом  $R$  обертається навколо осі, що проходить через центр її мас. У скільки разів збільшиться момент інерції кулі, якщо вона почне обертатись відносно осі, яка паралельна до першої і розміщена на відстані  $5R$  від неї.

66. Молот масою  $m_1 = 5$  кг б'є по невеликому шматку заліза, що лежить на ковадлі, маса якого  $m_2 = 100$  кг. Удар непружний. Масою шматка заліза знехтувати. Знайти ККД удару молота при вказаних умовах.

67. Куля, що летить горизонтально, має масу  $m_1 = 10$  г, летить зі швидкістю  $v_1 = 600$  м/с, попадає в дерев'яний брусок, що лежить на столі й пробиває його. Знайти частину енергії кулі, що перейшла в теплоту, якщо маса бруска  $m_2 = 500$  г, швидкість кулі після бруска  $v_2 = 100$  м/с. Траєкторія кулі проходить через центр бруска. Тертям знехтувати.

68. Людина стоїть на нерухомому возику і горизонтально відносно землі кидає камінь масою  $m = 8$  кг зі швидкістю  $v_1 = 5$  м/с. Знайти, яку роботу виконує людина, якщо маса візка з людиною  $M = 160$  кг. Тертям знехтувати.

69. Знайти момент інерції валу масою  $m = 5$  кг і радіусом  $R = 2$  см відносно осі, паралельної осі симетрії, і відносно осі, віддаленої від осі симетрії на відстань  $d = 10$  см.

70. Колесо обертається з кутовим прискоренням  $\varepsilon = 0,5$  рад/с<sup>2</sup> і за час  $t_1 = 15$  с після початку руху набуває момент кількості руху  $L = 73,5$  кг·м<sup>2</sup>/с. Знайти кінетичну енергію колеса через  $t_2 = 20$  с після початку руху.

71. Вал у вигляді суцільного циліндра масою 5 кг насаджений на горизонтальну вісь. На циліндр намотано шнур, до якого підвішено вантаж масою 1 кг. Не враховуючи тертя в опорі, визначити прискорення, з яким буде опускатись вантаж, якщо його не утримувати.

72. Через блок у вигляді однорідного диска деякого радіуса, що має масу 100 г, перекинута невагома нитка, до кінців якої підвішено вантажі масами 100 та 300 г. З яким прискоренням будуть рухатись вантажі, якщо тертя в опорі та між ниткою і блоком не враховувати?

73. Вал масою 100 кг та радіусом 50 см обертався з частотою  $8$  с<sup>-1</sup>. До циліндричної поверхні вала притиснули гальмівну колодку із силою 50 Н, під дією якої вал зупинився через 200 с. Визначити коефіцієнт тертя.

74. Куля скочується без ковзання похилою площиною, що утворює кут  $30^\circ$  з горизонтом. Нехтуючи тертям, знайдіть час руху кулі, якщо відомо, що її центр мас при цьому понизився на 20 см.

75. Тонкий прямиий стержень довжиною 1 м закріпили до горизонтальної осі, яка проходить через один з кінців. Стержень відхилили на кут  $60^\circ$  від положення рівноваги та відпустили. Визначити лінійну швидкість нижнього кінця стержня у момент проходження через положення рівноваги.

76. Вагон масою 10 т, рухаючись зі швидкістю 1 м/с, налітає на пружинний буфер і зупиняється. Яка жорсткість пружини буфера, якщо вона здеформувалась на 50 см?

77. Радіус Землі у 3,66 рази більший радіуса Місяця, а середня густина Землі більше середньої густини Місяця у 1,66 рази. Знаючи прискорення вільного падіння на поверхні Землі, знайдіть прискорення вільного падіння на поверхні Місяця.

78. Знайдіть середню густину Землі, знаючи гравітаційну сталу, радіус Землі та прискорення вільного падіння на Землі.

79. Надводна частина айсберга має об'єм  $500 \text{ м}^3$ . Знайдіть його повний об'єм. Густину океанської води прийміть  $1,03 \cdot 10^3 \text{ кг/м}^3$ . Густина льоду  $0,91 \text{ кг/м}^3$ .

80. Тіло масою  $m = 0,2 \text{ кг}$  рухається з постійною лінійною швидкістю  $v = 0,5 \text{ м/с}$  по колу. Визначити зміну імпульсу тіла за час проходження ним чверті кола.

81. Дерев'яний брусок, пущений горизонтальною льодяною поверхнею зі швидкістю 10 м/с зупинився через 4 с. Знайдіть коефіцієнт тертя.

82. Куля масою 500 г рухається зі швидкістю 10 м/с та вдаряє у нерухому кулю масою 800 г. Якими будуть швидкості куль після удару, якщо удар прямиий та абсолютно не пружний?

83. Тіло масою 100 кг приводиться в рух силою у 200 Н, що прикладена під кутом  $30^\circ$  до напрямку його руху. Знайдіть коефіцієнт тертя, якщо сила надає тілу прискорення  $0,1 \text{ м/с}^2$ .

84. Тіло масою 1 кг кинули з вишки в горизонтальному напрямку з початковою швидкістю 20 м/с. Яка висота вишки та яка кінетична енергія тіла в момент падіння, якщо тіло досягло землі через 3 с?

85. Під дією постійної сили вагонетка із стану спокою пройшла шлях 10 м та набула при цьому швидкості 2 м/с. Визначити роботу сили, якщо маса вагонетки 500 кг, а коефіцієнт тертя 0,1.

86. Куля масою  $m$  та радіусом  $R$  обертається навколо осі, що проходить через центр її мас. У скільки разів збільшиться момент інерції кулі, якщо вона почне обертатись відносно осі, яка паралельна до першої і розміщена на відстані  $5R$ .

87. Вал у вигляді суцільного циліндра масою 5 кг насаджений на горизонтальну вісь. На циліндр намотано шнур, до якого підвішено вантаж масою 1 кг. Не враховуючи тертя в опорі, визначити прискорення, з яким буде опускатись вантаж, якщо його не утримувати.

88. Поперечна хвиля поширюється вздовж пружного шнура зі швидкістю 10 м/с. Період коливань точок шнура дорівнює 0,8 с, амплітуда 2 м. Визначити довжину хвилі, фазу коливань, зміщення, швидкість та прискорення точки, яка міститься на відстані 10 м від джерела хвиль у момент часу  $t = 3 \text{ с}$ .

89. Маховик із стану спокою почав обертатись рівноприскорено та за проміжок часу 10 с досяг частоти обертання 600 об./хв. Визначити кутове прискорення маховика та кількість обертів, які маховик виконав за цей час.

90. У широкій частині горизонтально розташованої труби нафта тече зі швидкістю 2 м/с. Визначити швидкість нафти у вузькій частині труби, якщо різниця тисків у широкій та вузькій частинах дорівнює 6,7 кПа. Густина нафти 850 кг/м<sup>3</sup>.

91. Тіло, масою  $m$  знаходиться на вершині похилої площини довжиною 1 м з кутом нахилу до горизонту 30° та утримується силою тертя. За який час тіло зсунеться з похилої площини, якщо вона почне рухатись в горизонтальному напрямку з прискоренням 1 м/с<sup>2</sup>, якщо коефіцієнт тертя між тілом та площиною 0,6?

92. На похилій площині з кутом нахилу 30° лежить тіло (рис. 2.). Знайти найменше горизонтальне прискорення  $a$ , з яким повинна рухатись похила площина, щоб тіло, що лежить на ній піднімалось уверх похилою площиною, якщо коефіцієнт тертя між тілом та похилою площиною  $\mu=0,2$ .

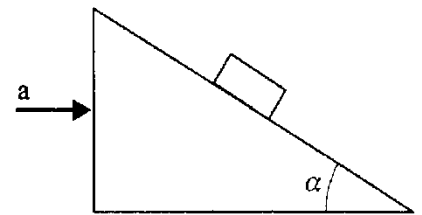


Рис. 2.

93. Яку роботу необхідно виконати, щоб стиснути пружину на  $\Delta x = 20$  см, якщо жорсткість пружини  $k = 2,94$  кН/м?

94. Крижина площею  $S = 1$  м<sup>2</sup> і висотою  $h = 0,4$  м плаває у воді. Яку роботу необхідно виконати, щоб кригу повністю занурити у воду? ( $\rho_{\text{води}} = 1$  г/см<sup>3</sup>,  $\rho_{\text{льоду}} = 0,9$  г/см<sup>3</sup>).

95. Пружина пістолета має довжину 10 см і жорсткість 10 Н/см. До якої висоти підніметься кулька масою 10 г, випущена з пістолета вертикально вгору, якщо пружина була стиснута на 5 см.

96. Знайти роботу при рівноприскореному підйомі вантажу масою 100 кг на висоту 4 м за 2 с?

97. Вантаж масою 0,5 кг падає з деякої висоти на шальку терезів, закріплену на пружині жорсткістю  $k = 9,8 \cdot 10^2$  Н/м. Маса шальки – 1 кг. Визначити найбільший стиск пружини, якщо в момент удару швидкість вантажу була 5 м/с. Удар непружний.

98. Точка коливається гармонічно з амплітудою  $A = 5$  см, циклічною частотою  $\omega = 2$  рад/с,  $\varphi_0 = 0$ . Визначити прискорення точки в момент, коли її швидкість  $v = 8$  см/с.

99. До пружини підвісили вантаж, внаслідок чого вона розтяглась на 9,8 см. Яким буде період коливань такого маятника, якщо його вивести із стану рівноваги?

100. Математичний маятник довжиною 1,5 м встановлено в ліфті, який піднімається з прискоренням 2 м/с<sup>2</sup>. Визначити період коливань маятника. Як зміниться період коливань, якщо ліфт буде опускатись з таким же прискоренням?

101. Тіло масою  $m = 10^{-2}$  кг коливається гармонічно за законом:  $x = 0,1 \sin((\pi/2) \cdot t + \pi/4)$  м. Знайти період коливань, максимальну повертаючу силу, повну енергію коливань тіла.

102. Маятниковий годинник відрегульовано на висоті  $h = 6000$  м над рівнем моря. На скільки буде прискорюватись хід годинника на рівні моря? Зміною температури знехтувати.

103. Поперечна хвиля поширюється вздовж пружного шнура зі швидкістю  $10$  м/с. Період коливань точок шнура дорівнює  $0,8$  с, амплітуда  $2$  м. Визначити довжину хвилі, фазу коливань, зміщення, швидкість та прискорення точки, яка міститься на відстані  $10$  м від джерела хвиль у момент часу  $t = 3$  с.

104. Різниця фаз коливань двох точок середовища, які містяться на відстані  $20$  см, рівна  $\pi/4$ . Знайдіть швидкість хвилі, якщо частота коливань  $50$  Гц.

105. Точка бере одночасно участь у двох взаємно-перпендикулярних коливаннях:  $x = 2 \cdot \cos(\omega t)$  і  $y = 2 \cdot \sin(\omega t)$ . Визначити траєкторію руху точки і напрям її руху за траєкторією.

106. Логарифмічний декремент загасання коливань маятника  $d = 0,003$ . Скільки повних коливань повинен виконати маятник, щоб амплітуда коливань зменшилась у  $2$  рази?

107. Амплітуда загасаючих коливань маятника через  $5$  хв зменшується вдвічі. За який час від початкового моменту вона зменшиться у  $8$  разів?

108. Визначити частоту гармонічних коливань  $\nu$  диска радіусом  $R = 20$  см відносно нерухомої горизонтальної осі, яка проходить через точку, що розташована на відстані  $R/2$  від центра диска, перпендикулярно до його площини.

109. Матеріальна точка коливається за законом  $x = 5 \cdot \sin(20t)$  м. Визначити максимальне значення повертаючої сили і кінетичної енергії точки, якщо її маса  $m = 0,1$  г.

110. До пружини підвісили вантаж масою  $m = 10$  кг. Знайти період коливань вантажу, якщо під дією сили  $F = 9,8$  Н пружина розтягується на довжину  $\Delta x = 1,5$  см.

111. Реактивний літак пролетів над спостерігачем на висоті  $5$  км зі швидкістю, що в двічі перевищує швидкість звуку в повітрі. На якій відстані від спостерігача буде літак, коли людина почує звук?

112. Період загасаючих коливань  $T = 4$  с. Логарифмічний декремент загасання  $K = 1,6$ , початкова фаза  $\phi_0 = 0$ . При  $t = T/4$  зміщення точки  $x = 4,5$  см. Записати рівняння цього коливального руху.

113. Зміщення від положення рівноваги точки, що розташована на відстані  $y = 4$  см від джерела коливань, в момент часу  $t = T/6$  становить половину амплітуди. Знайти довжину хвилі.

114. Звукові коливання частотою  $\nu = 500$  Гц і амплітудою  $A = 0,35$  мм розповсюджуються у повітрі. Довжина хвилі  $\lambda = 70$  см. Знайти швидкість розповсюдження коливань і максимальну швидкість коливань частинок.

115. Знайти зміщення від положення рівноваги точки, що віддалена від джерела коливань на відстань  $y = \lambda/12$  в момент часу  $t = T/6$ . Амплітуда коливань:  $A = 0,05$  м.

116. Інтенсивність звуку дорівнює  $I = 10^{-2}$  Вт/м<sup>2</sup>. Знайти: рівень гучності та амплітуду звукового тиску.

117. Знайти різницю фаз коливань двох точок, віддалених від джерела коливань на відстані:  $y = 10$  м,  $y = 16$  м. Період коливань  $T = 0,04$  с, швидкість хвилі  $\nu = 300$  м/с.

118. На скільки децибел збільшиться рівень гучності звуку, якщо його інтенсивність зростає: 1) у 3000 разів; 2) у 30000 разів?

119. Визначити довжину хвилі, якщо відстань між першою і четвертою пучностями стоячої хвилі дорівнює 15 см.

120. Знайти різницю фаз коливань двох точок середовища, які розташовані на відстані 10 см одна від одної, якщо в середовищі розповсюджується плоска хвиля вздовж лінії, що з'єднує ці точки. Швидкість хвилі  $v = 340$  м/с, частота коливань  $\nu = 1000$  Гц.

121. Звукова хвиля, що пройшла перегородку, зменшила рівень гучності  $L$  на 30 дБ. У скільки разів зменшилась інтенсивність звуку?

122. При адіабатному стисканні одного кіломоля двохатомного газу було виконано роботу  $A = 146$  кДж. Як змінилась температура газу при стисканні?

123. Знайти кількість речовини  $\nu$  та число молекул  $N$  азоту масою  $m = 0,2$  кг.

124. У балоні ємністю  $V = 3$  л міститься кисень масою  $m = 10$  г. Знайти концентрацію  $n$  молекул кисню.

125. Знайти густину водяної пари з температурою  $T = 250$  К та тиском  $P = 2,5$  кПа.

126. Знайти молярну масу  $M_r$  газу, якщо при температурі  $T = 154$  К та тиску  $P = 2,8$  МПа він має густину  $\rho = 601$  кг/м<sup>3</sup>.

127. До якої температури треба нагріти газ у балоні, щоб його тиск збільшився у 1,5 рази, якщо початкова температура дорівнює  $T_1 = 400$  К.

128. Визначити середню кінетичну енергію поступального та обертального руху молекули азоту, а також її повну енергію при температурі  $T = 1000$  К.

129. Знайти середню кінетичну енергію  $E_{об}$  обертального руху молекули водню, а також повну кінетичну енергію усіх молекул  $\nu = 0,5$  моль водню при температурі  $T = 300$  К.

130. Знайти середню кінетичну енергію обертального руху всіх молекул, що містяться в 10 г кисню при температурі  $t = 27$  °С.

131. Обчислити густину молекулярного водню ( $H_2$ ), якщо довжина вільного пробігу молекул  $\lambda = 1$  см. Чому дорівнює відношення знайденої густини до густини  $H_2$  за нормальних умов? Середній ефективний діаметр молекул  $H_2$ :  
 $d = 2,2 \cdot 10^{-10}$  м.

132. Одноатомний газ при нормальних умовах займає об'єм  $V = 5$  л. Знайти теплоємність цього газу при сталому об'ємі –  $C_V$ .

133. Трьохатомний газ під тиском  $P = 240$  кПа та температурі  $t = 20^0$  С займає об'єм  $V = 10$  л. Знайти теплоємність  $C_p$  цього газу при сталому тиску.

134. Знайти питомі  $C_p$  та  $C_V$  та молярні  $C_p$  та  $C_V$  теплоємності азоту та гелію.

135. Знайти показник адиабати  $\gamma$  газу, який при температурі  $T = 350$  К та тиску  $P = 0,4$  МПа займає об'єм  $V = 300$  л та має теплоємність  $C_V = 857$  Дж/К

136. Знайти довжину вільного пробігу молекул водню масою  $m = 0,5$  кг у посудині ємністю  $V = 5$  л.

137. При якому тиску середня довжина вільного пробігу молекул азоту дорівнює  $l_m$ , якщо температура газу  $t = 10^0$  С.

138. Яка робота виконується при ізотермічному розширенні водню масою  $m = 5$  г при температурі  $T = 290$  К, якщо об'єм газу збільшується у тричі.

139. Знайти повну кінетичну енергію всіх молекул повітря в кімнаті об'ємом 140 м<sup>3</sup> при тиску  $p = 10^5$  Па.

140. Одноатомний газ займає об'єм  $V = 4 \text{ м}^3$  і є під тиском  $p = 8 \cdot 10^5 \text{ Па}$ . Після ізотермічного розширення тиск став  $1 \cdot 10^5 \text{ Па}$ . Визначити роботу розширення газу і кількість теплоти, поглинутої газом при розширенні.

141. 200 г азоту нагрівають при сталому тиску від 20 до 100 °С. Визначити кількість поглинутої теплоти, приріст внутрішньої енергії газу, роботу, виконану газом при розширенні.

142. Кисень масою  $m = 299 \text{ г}$  об'ємом  $V_1 = 100 \text{ л}$  під сталим тиском  $P_1 = 200 \text{ кПа}$  розширився до об'єму  $V_2 = 300 \text{ л}$ , а далі його тиск підвищився при сталому об'ємі. Побудувати графік процесу та знайти роботу процесу, зміну внутрішньої енергії та теплоту передану газу.

143. У скільки разів збільшиться коефіцієнт корисної дії циклу Карно при підвищенні температури нагрівача від  $T_1 = 380 \text{ К}$  до  $T'_1 = 560 \text{ К}$ , якщо температура холодильника  $T_2 = 280 \text{ К}$ .

144. При  $p = \text{const}$  молярна теплоємність  $C_p$  триатомного газу дорівнює  $725 \text{ Дж/кг} \cdot \text{К}$ . Визначити: молярну масу цього газу і величину  $C_p/C_v$ .

145. Змішали  $1 \text{ м}^3$  повітря з відносною вологістю 20 % і  $2 \text{ м}^3$  – з вологістю 30 % при однакових температурах. Визначити відносну вологість суміші.

146. У тепловій машині, що працює за циклом Карно, завдяки кожному кілоджоулу, отриманого від нагрівача, виконується робота  $A = 300 \text{ Дж}$ . Який коефіцієнт корисної дії (ККД) теплової машини і яка температура нагрівача, якщо температура холодильника  $t_2 = 17 \text{ °С}$ ?

147. Знайти температуру нагрівача  $T_1$  у циклі Карно, якщо холодильник отримав теплоту  $Q_2 = 14 \text{ кДж}$  при температурі  $T_2 = 280 \text{ К}$ , а корисна робота циклу дорівнює  $A = 6 \text{ кДж}$ .

148. Холодильник споживає з мережі потужність  $200 \text{ Вт}$ . Температура повітря  $T_2 = 293 \text{ К}$ . Визначити температуру в камері холодильника  $T_1$ , якщо кількість теплоти, відведеної з холодної камери, в 5 разів більша від кількості витраченої енергії.

149. Повітряна бульбашка діаметром  $d = 2,2 \text{ мм}$  знаходиться біля поверхні води. Знайти густину повітря всередині бульбашки.

150. Скляна трубка з діаметром каналу  $d = 1 \text{ мм}$  торкається поверхні води. Знайти масу води всередині трубки.

151. Гліцерин піднявся у трубці діаметром  $d = 1 \text{ мм}$  на висоту  $h = 20 \text{ мм}$ . Визначити поверхневий натяг гліцерину, якщо вважати змочування повним.

152. Яку роботу треба виконати при видуванні мильної бульбашки, щоб збільшити її об'єм від  $V_1 = 8 \text{ см}^3$  до  $V_2 = 16 \text{ см}^3$  з урахуванням того, що процес є ізотермічним.

153. При ізобарному стисканні одноатомного газу виконується робота  $A = 10 \text{ Дж}$ . Яку кількість теплоти  $Q$  віддає газ у цьому процесі?

154. У циклі Карно температура нагрівача  $T_1$  втричі більша від температури холодильника. Яку частину енергії, отриманої від нагрівача, газ віддає холодильнику?

155. Знайти зміну ентропії при ізобарному нагріванні 20 г кисню від 17 до 127 С.

156. Знайти зміну внутрішньої енергії  $\Delta U$  одноатомного ідеального газу під час його ізобарного розширення від об'єму  $V_1 = 10 \text{ л}$  до  $V_2 = 20 \text{ л}$  при тиску  $P = 5 \cdot 10^5 \text{ Па}$ .

157. При якій температурі молекули кисню ( $O_2$ ) мають таку ж середньоквадратичну швидкість, як молекули водню ( $H_2$ ) при температурі  $T = 100\text{ K}$ .

158. Гелій масою  $m = 1\text{ г}$  був нагрітий на  $\Delta T = 100\text{ K}$  при сталому тиску  $p$ . Знайти кількість теплоти  $Q$ , передану газу.

159. У гліцерині з постійною швидкістю падає сталевий кулька діаметром  $d = 2\text{ мм}$ . За  $15\text{ с}$  вона опустилась на  $20\text{ см}$ . Знайти в'язкість гліцерину, якщо  $\rho_{\text{стали}} = 7,8 \cdot 10^3\text{ кг/м}^3$ ,  $\rho_{\text{глиц}} = 1,26 \cdot 10^3\text{ кг/м}^3$ .

160. У сполучених U-подібних капілярних трубках радіусами  $r_1 = 0,5\text{ мм}$  і  $r_2 = 2\text{ мм}$  різниця рівнів ртуті  $\Delta h = 10,5\text{ мм}$ . Знайти коефіцієнт поверхневого натягу ртуті, якщо її густина  $\rho = 13,6 \cdot 10^3\text{ кг/м}^3$ .

161. Маса 100 крапель спирту дорівнює  $0,71\text{ г}$ . Знайти коефіцієнт поверхневого натягу спирту, якщо діаметр шийки краплі в момент її відриву від капіляра  $d = 1\text{ мм}$ . Густина спирту  $\rho_{\text{спирту}} = 760\text{ кг/м}^3$ .

162. Яку роботу необхідно виконати, щоб, видуваючи мильну бульбашку, збільшити її діаметр від  $1\text{ см}$  до  $11\text{ см}$ ? Коефіцієнт поверхневого натягу мильного розчину  $\alpha = 0,04\text{ Н/м}$ .

163. Водень займає об'єм  $V = 10\text{ м}^3$  при тиску  $p_1 = 10^5\text{ Па}$ . Газ нагріли при  $V = \text{const}$  до тиску  $p_2 = 3 \cdot 10^5\text{ Па}$ . Знайти зміну  $\Delta U$  внутрішньої енергії газу, роботу  $A$ , виконану газом, і кількість теплоти  $\Delta Q$ , передану газу.

164. Яка частка теплоти  $\Delta Q$ , підведеної до ідеального газу, при ізобарному процесі витрачається на збільшення внутрішньої енергії газу  $\Delta U$  і яка частка – на роботу розширення, якщо газ двоатомний?

165. Визначити зміну вільної енергії  $\Delta F$  поверхні мильної бульбашки при ізотермічному збільшенні його об'єму від  $10\text{ см}^3$  до  $20\text{ см}^3$ , якщо коефіцієнт поверхневого натягу  $\alpha = 0,04\text{ Н/м}$ .

166. При адіабатичному розширенні кисню з початковою температурою  $t = 47\text{ C}$  внутрішня енергія зменшилась на  $8400\text{ Дж}$ . Знайти масу  $m$  кисню, якщо його об'єм при розширенні збільшиться в 10 разів?

167. Газ, що виконує цикл Карно,  $\frac{2}{3}$  теплоти  $Q_1$ , отриманої від нагрівача, передає холодильнику, температура якого  $t_2 = 0\text{ }^\circ\text{C}$ . Знайти температуру  $T_1$  нагрівача.

168. Балон об'ємом  $V = 10\text{ л}$  містить водень масою  $m = 1\text{ г}$ . Знайти середню довжину вільного пробігу  $\lambda$  молекул.

169. При ізобарному розширенні деякої маси водню його внутрішня енергія збільшилась на  $\Delta U = 20\text{ кДж}$ . Знайти кількість теплоти, яку дістав газ, і роботу, виконану газом.

170. При ізобарному розширенні деякої маси водню його внутрішня енергія збільшилась на  $\Delta U = 20\text{ кДж}$ . Знайти кількість теплоти, яку дістав газ, і роботу, виконану газом.

171. Свинцевий дріт висить вертикально. Яку найбільшу довжину може він мати, щоб не розірватись від власної ваги, якщо границя міцності свинцю  $\sigma_{\text{розр}} = 2 \cdot 10^7\text{ Н/м}^2$ , густина  $\rho = 11,3 \cdot 10^3\text{ кг/м}^3$ ?

172. Кінці залізної балки перерізом  $75\text{ см}^2$  і довжиною  $l = 3\text{ м}$  впираються у дві стіни. Визначити силу, що буде діяти на стіни, якщо до балки рівномірно по всій довжині підвести кількість теплоти  $\Delta Q = 1,8\text{ МДж}$ . Температурний коефіцієнт лінійного розширення, модуль Юнга, питома теплоємність і густина



заліза, відповідно:  $\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ,  $E = 2,0 \cdot 10^{11} \text{ Н/м}^2$ ,  $C = 4,6 \cdot 10^2 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ,  $\rho = 7800 \text{ кг/м}^3$ .

173. Об'єм свинцевої кулі при  $20^\circ \text{ C}$  дорівнює  $1,8 \text{ дм}^3$ . На скільки збільшиться об'єм кулі при нагріванні її на  $100^\circ \text{ C}$ ? Коефіцієнт термічного розширення свинцю  $\alpha = 2,9 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ .

174. Сталевий дріт довжиною  $l = 4 \text{ м}$  і діаметром  $d = 2 \text{ мм}$  розтягується силою  $F = 1000 \text{ Н}$ . На скільки при цьому змінився об'єм дроту? Модуль Юнга  $E = 1,96 \cdot 10^{11} \text{ Н/м}^2$ . Коефіцієнт Пуассона  $\mu = 0,2$ .

175. Струна масою  $m = 1,5 \text{ г}$  розтягнута на  $0,001$  своєї довжини. Знайти потенціальну енергію деформованої струни. Модуль Юнга  $E = 1,86 \cdot 10^{11} \text{ Н/м}^2$ , густина сталі  $\rho_{\text{сталі}} = 7800 \text{ кг/м}^3$ .

176. У воду опущена на дуже малу глибину капілярна трубка діаметром  $d = 1 \text{ мм}$ . Знайти масу води, що ввійшла в трубку (коефіцієнт поверхневого натягу  $\alpha_{\text{нов}} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ Н/м}$ ).

177. Сталевий дріт довжиною  $l = 2 \text{ м}$  розтягується силою  $F = 1000 \text{ Н}$ . Який переріз він повинен мати, щоб відносна деформація дроту становила:  $\varepsilon = 0,04$ .  $E_{\text{сталі}} = 1,86 \cdot 10^{11} \text{ Н/м}^2$ ?

### Розділи: Електромагнетизм, Оптика, Атомна фізика

1. Знайти потенціал великої краплі, що утворилась з 64 дрібних радіусом  $r = 1 \text{ мм}$ , якщо заряд однієї дрібної краплі  $q = 10^{-9} \text{ Кл}$ . Всі заряди одного знаку.

2. Дві однойменно заряджені кульки вагою  $P = 5 \cdot 10^{-3} \text{ Н}$  кожна, підвішені на довгих шовкових нитках довжиною  $l = 1 \text{ м}$  у вакуумі, розійшлись на відстань  $r = 9 \text{ см}$ . Знайти заряд кожної кульки.

3. Дві кульки з зарядами  $q_1 = 6,7 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$  і  $q_2 = 13,6 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$  перебувають на відстані  $r_1 = 40 \text{ см}$ . Яку роботу потрібно виконати, щоб наблизити їх до відстані  $r_2 = 25 \text{ см}$ ?

4. У плоскому горизонтально розташованому конденсаторі вміщено заряджену краплю ртуті в рівновазі при напруженості електричного поля  $E = 80 \text{ кВ/м}$ . Заряд краплі  $q_1 = 2,4 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$ . Знайти радіус краплі.

5. Електрон, пройшовши в плоскому конденсаторі шлях від однієї пластини до іншої, набрав швидкість  $v = 10^5 \text{ м/с}$ . Відстань між пластинами  $d = 1 \text{ см}$ . Знайти різницю потенціалів і поверхневу густину зарядів.

6. Три конденсатори з ємностями  $C_1 = C_2 = 1 \text{ мкФ}$  і  $C_3 = 2 \text{ мкФ}$  включені в напругу  $U = 120 \text{ В}$ . Конденсатори  $C_2$  і  $C_3$  з'єднані паралельно між собою, а  $C_1$  послідовно з ними. Знайти загальну ємність, заряд, напругу і енергію кожного конденсатора.

7. Корисна потужність, що виділяється в зовнішньому колі, має найбільше значення  $5 \text{ Вт}$  при силі струму  $I = 5 \text{ А}$ . Знайти внутрішній опір і ЕРС джерела струму.

8. Знайти опір провідників від джерела струму з напругою  $U = 120 \text{ В}$ , якщо при короткому замиканні запобіжник зі свинцевого дроту довжиною  $l = 2 \text{ см}$  і площею перерізу  $S = 1 \text{ мм}^2$  плавиться за  $0,03 \text{ с}$ . Початкова температура запобіжника  $t = 27^\circ \text{ C}$ .

9. Шкала вольтметра має 150 поділок. Стрілка приладу відхиляється на 50 поділок при струмі  $1 \text{ мА}$ . Знайти внутрішній опір приладу, розрахований на  $150 \text{ В}$ .

10. Опір нитки розжарювання лампи в робочому стані  $R = 140 \text{ Ом}$ , номінальна напруга  $U = 120 \text{ В}$ . Визначити силу струму, споживану потужність і витрати енергії за 10 годин роботи.

11. Потужність, споживана реостатом, становить  $30 \text{ Вт}$ , напруга на його затискачах  $15 \text{ В}$ . Знайти довжину нікелінового дроту, з якого виготовлено реостат, якщо площа його поперечного перерізу  $S = 0,5 \text{ мм}^2$ , питомий опір нікеліну  $\rho = 4,2 \cdot 10^{-7} \text{ Ом}\cdot\text{м}$ .

12. Електрокамін виготовлено з нікелінового дроту довжиною  $l = 50 \text{ м}$  і перерізом  $S = 1,4 \text{ мм}^2$ . Знайти потужність каміну, якщо  $\rho = 4,2 \cdot 10^{-7} \text{ Ом}\cdot\text{м}$ ,  $U = 120 \text{ В}$ .

13. Генератор, ЕРС якого дорівнює  $138 \text{ В}$  і внутрішній опір  $0,05 \text{ Ом}$  живить паралельно з'єднані лампи, опір кожної з яких  $300 \text{ Ом}$  і напруга на затискачах  $120 \text{ В}$ . Опір провідників  $0,25 \text{ Ом}$ . Скільки ламп увімкнені у колі?

14. Скільки електронів міститься на порошинці масою  $m = 1,5 \cdot 10^{-8} \text{ г}$ , що розташована нерухомо в електричному полі плоского конденсатора, напруженість поля якого  $E = 100 \text{ В/м}$ ?

15. Який шунт потрібно приєднати до гальванометра, що має шкалу на 100 поділок з ціною поділки  $1 \text{ мкА}$  і внутрішнім опором  $R_0 = 180 \text{ Ом}$ , щоб вимірювати струм величиною до  $1 \text{ мА}$ ?

16. Опір нитки розжарювання електричної лампи в робочому стані  $R = 140 \text{ Ом}$ , номінальна напруга  $120 \text{ В}$ . Визначити силу струму, споживану потужність і витрати енергії за 10 годин роботи.

17. Генератор з ЕРС  $136 \text{ В}$  і внутрішнім опором  $r = 0,05 \text{ Ом}$  живить паралельно з'єднані лампочки. Опір лампи  $300 \text{ Ом}$ , споживана напруга  $120 \text{ В}$ . Опір дротів, що підходять до ламп  $0,25 \text{ Ом}$ . Скільки ламп увімкнені в колі. Визначити корисну потужність.

18. Від генератора з напругою  $20 \text{ кВ}$  необхідно передати потужність  $100 \text{ кВт}$  на відстань  $2,5 \text{ км}$ . Визначити мінімальний перетин мідного дроту, якщо втрати напруги на лінії не повинні перевершувати  $2\%$ . Питомий опір міді  $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом}\cdot\text{м}$ .

19. Нескінченно довгий провідник зі струмом  $I = 50 \text{ А}$  зігнуто під кутом  $90^\circ$ . Визначити магнітну індукцію в точці, що лежить на бісектрисі кута на відстані  $10 \text{ см}$  від його вершини.

20. Заряджена частинка пройшла прискорюючу різницю потенціалів  $U = 100 \text{ В}$  і, влетівши в однорідне магнітне поле ( $B = 1 \text{ Тл}$ ), почала рухатись по спіралі з кроком  $h = 6,5 \text{ см}$  і радіусом  $R = 1 \text{ см}$ . Визначити відношення заряду частинки до її маси  $q/m$ .

21. Електрон, пройшовши різницю потенціалів  $U = 300 \text{ В}$ , влетів у однорідне магнітне поле ( $B = 47 \text{ мТл}$ ) і почав рухатись по гвинтовій лінії з кроком  $h = 6 \text{ см}$ . Визначити радіус  $R$  гвинтової лінії.

22. На довгий циліндр з картону діаметром  $d = 5 \text{ см}$  намотана одношарова обмотка (витки розміщені впритул) з дроту діаметром  $d = 0,2 \text{ мм}$ . Визначити магнітний потік  $\Phi$  всередині соленоїда, якщо струм у соленоїді  $I = 0,5 \text{ А}$ .

23. Квадратний контур зі стороною  $10 \text{ см}$  розташовано у магнітному полі з індукцією  $B = 0,8 \text{ Тл}$  під кутом  $\alpha = 60^\circ$  до ліній індукції. Яку роботу з переміщення провідника зі струмом у магнітному полі необхідно виконати, щоб при незмінній силі струму  $I = 6 \text{ А}$  змінити форму контура на коло?

24. Виток діаметром  $d = 10$  см розташовано в однорідному магнітному полі з індукцією  $B = 0,2$  Тл так, що його площина перпендикулярна до ліній поля. Яку роботу треба витратити, щоб повернути його на кут  $\alpha = 60^\circ$  навколо осі, що проходить через діаметр, якщо сила струму у витку  $I = 60$  А.

25. Виток з дроту діаметром  $d = 5$  см і опором  $R = 0,02$  Ом перебуває в однорідному магнітному полі з індукцією  $B = 0,3$  Тл. Площина витка складає кут  $\alpha = 45^\circ$  з лініями індукції. Який заряд  $Q$  протікає через поперечний переріз витка при вмиканні магнітного поля?

26. В однорідному магнітному полі з індукцією  $B = 0,5$  Тл обертається стержень довжиною  $l = 0,2$  м з частотою  $\nu = 10$  с<sup>-1</sup>. Визначити різницю потенціалів на кінцях стержня, якщо вісь обертання паралельна лініям індукції.

27. Соленоїд перерізом  $S = 10$  см<sup>2</sup> має  $N = 1000$  витків. При силі струму  $I = 5$  А магнітна індукція поля соленоїда  $B = 0,05$  Тл. Знайти індуктивність соленоїда.

28. На відстані  $r = 10^{-9}$  м від прямої лінії, вздовж якої рухається електрон, максимальне значення вектора магнітної індукції становить  $B = 3,2 \cdot 10^{-4}$  Тл. Знайти швидкість електрона.

29. При силі струму  $I = 0,5$  А індукція магнітного поля всередині соленоїда  $B = 3,15 \cdot 10^{-3}$  Тл. Визначити діаметр дроту, з якого виготовлено соленоїд, якщо витки намотані впритул один до одного.

30. Обмотка котушки має  $N = 500$  витків мідного дроту площею перерізу  $S = 1$  мм<sup>2</sup>. Довжина котушки  $A = 50$  см, діаметр  $D = 5$  см. При якій частоті  $\nu$  повний опір котушки буде вдвічі більшим за її активний опір ( $Z = 2R_{\text{акт}}$ )?

31. В коло змінного струму при напрузі  $U = 220$  В послідовно включені ємність  $C$ , індуктивність  $L$  і опір  $R$ . Знайти падіння напруги на опорі  $U_R$ , якщо відомо, що  $U_C = 2U_R$ , а  $U_L = 3U_R$ .

32. Індуктивність  $L = 22,6$  мГн і деякий опір  $R$  включені паралельно в коло при частоті змінного струму  $\nu = 50$  Гц. Знайти опір  $R$ , якщо відомо, що кут зсуву фаз між струмом і напругою  $\varphi = 60^\circ$ .

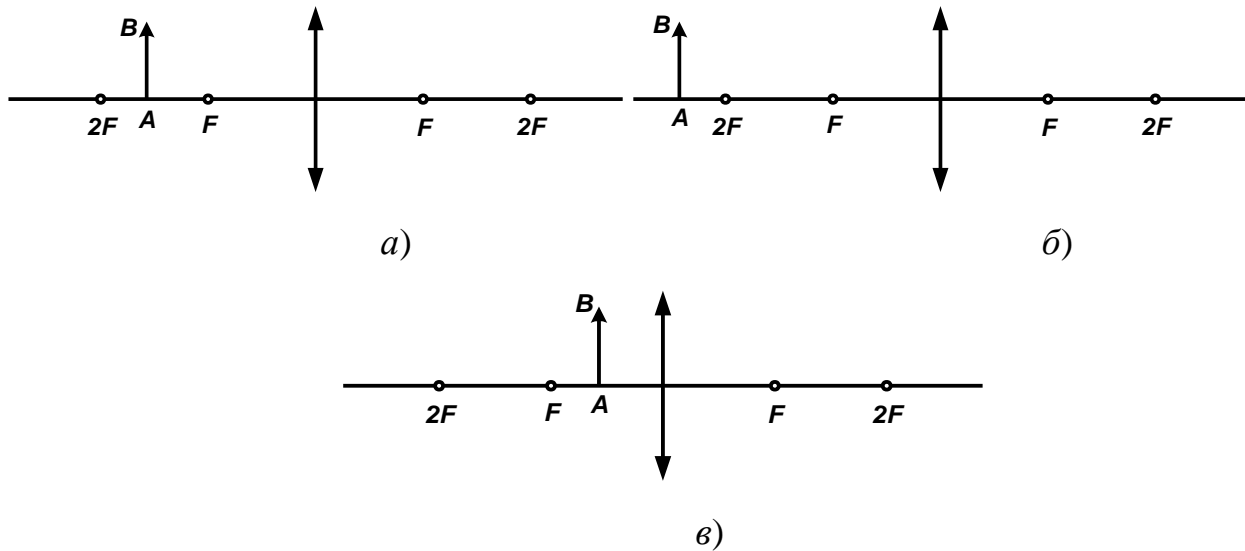
33. У коло змінного струму з напругою  $U = 220$  В і частотою  $\nu = 50$  Гц послідовно включені ємність  $C = 35,4$  мкФ, активний опір  $R = 100$  Ом та індуктивність  $L = 0,67$  Гн. Знайти силу струму  $I$  і падіння напруги  $U_C$ ,  $U_L$ ,  $U_R$ .

34. Конденсатор і електрична лампочка з'єднані послідовно і включені в коло змінного струму напругою  $U = 440$  В і  $\nu = 50$  Гц. Яку ємність  $C$  повинен мати конденсатор для того, щоб через лампочку проходив струм  $I = 0,5$  А, і напруга на ній була  $U = 110$  В?

35. Промінь світла падає під кутом  $\alpha = 30^\circ$  на плоскопаралельну скляну пластинку і виходить з неї паралельно до першого напрямку. Показник заломлення скла  $n = 1,5$ . Знайти товщину пластини  $d$ , якщо відстань між променем, що вийшов із пластини, і падаючим променем –  $\Delta l = 1,94$  см.

36. Магнітний потік через замкнений провідник з опором  $R = 0,5$  Ом рівномірно збільшився з  $\Phi_1 = 2 \cdot 10^{-4}$  Вб до  $\Phi_2 = 9 \cdot 10^{-4}$  Вб. Який заряд пройшов через поперечний переріз провідника?

37. Побудувати зображення предмета в лінзі відповідно до рисунків а,б,в:



38. Лінза з фокусною відстанню  $F = 16$  см утворює на екрані чітке зображення предмета при двох положеннях, віддаль між якими  $d = 6$  см. Знайти відстань від предмета до екрана.

39. Знайти освітленість точки на краю стола, діаметр якого  $D = 1,5$  м, якщо над його центром на висоті  $1,5$  м горить лампочка силою світла  $I = 100$  кд.

40. На дні посудини, заповненої водою до висоти  $h = 10$  см, поміщене точкове джерело світла. На поверхні води плаває кругла непрозора пластинка з центром над джерелом. Який найбільший радіус  $R$  повинна мати пластинка, щоб жоден промінь не міг вийти з води?

41. Знайти головну фокусну відстань і оптичну силу плосковипуклої лінзи, яка розташована в скипидарі, якщо радіус кривизни випуклої поверхні –  $25$  см, а коефіцієнт заломлення скла рівний  $1,5$ , скипидару –  $1,47$ .

42. Знайти освітлення поверхні Землі, що викликають нормально падаючі сонячні промені. Яскравість Сонця –  $1,2 \cdot 10^9$  нт. Відстань від Землі до Сонця –  $1,5 \cdot 10^8$  км. Радіус Сонця –  $7 \cdot 10^5$  км.

43. Світловому потоку в  $1$  лм, який утворюється випромінюванням з довжиною хвилі  $\lambda = 555$  нм, відповідає потік енергії рівний  $0,0016$  вт. Який потік енергії відповідає світловому потоку в  $100$  лм, утвореному випромінюванням, для якого коефіцієнт видимості  $V_\lambda = 0,762$ ?

44. Визначити освітлення  $E$ , світимість і яскравість кіноекрану, що рівномірно розсіює світло у всіх напрямках, якщо світловий потік, який падає на екран з кіноапарату,  $\Phi = 1750$  лм. Розмір екрана:  $5 \times 3,6$  м. Коефіцієнт відбивання  $\rho = 0,75$ .

45. На якій висоті над круглим столом по його центру потрібно повісити лампочку для того, щоб освітленість на краю стола була максимальною? Радіус стола –  $1,2$  м.

46. На якій висоті потрібно повісити лампочку силою світла  $I = 10$  кд над листком матового білого паперу, щоб його яскравість  $B$  дорівнювала  $1$  кд/м<sup>2</sup>, якщо коефіцієнт відбивання паперу  $\rho = 0,8$ ?

47. Відстань між двома когерентними джерелами світла з довжиною хвилі  $\lambda = 500$  нм дорівнює  $0,1$  мм. Відстань між світлими смугами на екрані в середній частині інтерференційної картини становить  $1$  см. Визначити відстань від джерела до екрана.

48. Точкове джерело світла зі силою  $I = 50 \text{ кДж}$  висить над круглим столом радіусом  $R = 0,5 \text{ м}$ , на висоті  $1 \text{ м}$ . Визначити освітлення в центрі та на краю столу, світловий потік, який падає на стіл.

49. Відстань між щілинами  $d = 1 \text{ мм}$ , відстань до екрана  $L = 2 \text{ м}$ , відстань між максимумами яскравості сусідніх інтерференційних смуг на екрані  $y = 1,5 \text{ мм}$ . Визначити довжину хвилі джерела.

50. На щілину шириною  $a = 0,05 \text{ мм}$  нормально падає світло  $\lambda = 0,6 \text{ мкм}$ . Визначити кут відхилення променів, що відповідають четвертій темній дифракційній смузі.

51. На вузьку щілину падає нормальне монохроматичне світло. Кут відхилення променів, що відповідають другій дифракційній смузі  $\varphi = 1^\circ$ . Скільком довжинам хвиль падаючого світла дорівнює ширина щілини?

52. Скільки штрихів на кожен міліметр має дифракційна решітка, якщо при спостереженні в монохроматичному світлі з довжиною хвилі  $d = 0,6 \text{ мкм}$  максимум п'ятого порядку відхилений на кут  $\varphi = 18^\circ$ ?

53. На щілину шириною  $a = 0,1 \text{ м}$  нормально падає світло  $\lambda = 0,5 \text{ мкм}$ . Що бачить око спостерігача (мінімум чи максимум), якщо він дивиться в напрямку, який утворює з перпендикуляром до площини щілини кут:  $\varphi = 17^\circ$ ,  $\varphi = 43^\circ$ ?

54. Пучок паралельних променів  $\lambda = 600 \text{ нм}$  падає під кутом  $\alpha = 30^\circ$  на мильну плівку, показник заломлення  $n = 1,3$ . При якій найменшій товщині плівки відбиті промені будуть максимально ослаблені й підсилені інтерференцією?

55. На щілину шириною  $a = 2 \text{ мкм}$  падає нормально пучок монохроматичного світла  $\lambda = 600 \text{ нм}$ . Під якими кутами будуть спостерігатись дифракційні максимуми світла?

56. Чому дорівнює показник заломлення скла, якщо при відбиванні від нього світла відбитий промінь буде повністю поляризований при куті заломлення  $30^\circ$ ?

57. При якій температурі енергетична світимість абсолютно чорного тіла  $R = 1 \text{ Вт/см}^2$ ?

58. Потужність випромінювання абсолютно чорного тіла дорівнює **34 кВт**. Знайти температуру цього тіла, якщо відомо, що площа його поверхні дорівнює  $0,6 \text{ м}^2$ .

59. На яку довжину хвилі припадає максимум спектральної густини енергетичної світимості абсолютно чорного тіла при  $T = 1000 \text{ К}$ ?

60. Визначити температуру поверхні зірки, якщо максимум спектральної густини енергетичної світимості припадає на довжину хвилі  $\lambda = 580 \text{ нм}$ .

61. На скільки збільшиться потужність випромінювання абсолютно чорного тіла, якщо максимум енергії в спектрі змінився з  $\lambda_1 = 0,6 \text{ мкм}$  на  $\lambda_2 = 0,5 \text{ мкм}$ ?

62. Визначити максимальну швидкість електронів, які вилітають з металу під дією  $\gamma$ -променів з довжиною хвилі  $0,3 \text{ нм}$ .

63. Робота виходу електронів з поверхні цезію  $A = 1,89 \text{ еВ}$ . З якою максимальною швидкістю вилітають з нього електрони при освітленні його світлом  $\lambda = 589 \text{ нм}$ .

64. Визначити сталу Планка  $h$ , якщо при опроміненні металу світлом з частотою  $\nu = 2,2 \cdot 10^{15} \text{ Гц}$  електрони повністю затримуються напругою  $6,6 \text{ В}$ , а при опроміненні світлом з  $\nu = 4,6 \cdot 10^{15} \text{ Гц}$  –  $16,5 \text{ В}$ .

65. Обчислити довжину хвилі фотона, енергія якого дорівнює енергії спокою електрона.

66. Цезій (робота виходу  $A = 1,88 \text{ eV}$ ) освітлюється довжиною хвилі  $\lambda = 0,0476 \text{ мкм}$ . Яку найменшу затримувальну різницю потенціалів потрібно прикласти, щоб фотострум зник?

67. В початковому стані площини коливань поляризатора і аналізатора співпадають. На який кут потрібно повернути аналізатор, щоб тричі зменшити інтенсивність світла, яке приходить до нього з поляризатора?

68. Чому дорівнює кут між площинами двох поляроїдів, якщо інтенсивність природного світла, яке пройшло через них, зменшилося у чотири рази?

69. Кут повороту площини поляризації світла при проходженні через трубку з розчином цукру  $\varphi = 40^\circ$ . Довжина трубки дорівнює  $l = 15 \text{ см}$ , питомий кут обертання розчину цукру  $[\alpha] = 66,5^\circ$ . Визначити концентрацію цукру в розчині.

70. Розчин глюкози з концентрацією  $C = 0,28 \text{ г/см}^3$  повертає площину поляризації монохроматичного світла на кут  $\varphi_1 = 32^\circ$ . Визначити концентрацію глюкози в розчині, який повертає площину поляризації на  $\varphi_2 = 24^\circ$ .

71. Яку різницю потенціалів потрібно пройти електрону, щоб його довжина хвилі де Бройля була рівна  $0,1 \text{ нм}$ ?

72. Визначити довжину хвилі де Бройля електрона, якщо його швидкість дорівнює  $1000 \text{ км/с}$ .

73. Знайти довжину хвилі де Бройля для протона, який пройде через прискорювальну різницю потенціалів  $1 \text{ кВ}$  і  $1 \text{ МВ}$ .

74. Визначити довжину хвилі де Бройля для електрона, якщо його кінетична енергія дорівнює  $1 \text{ MeV}$ .

75. Середня довжина хвилі випромінювання лампи  $\lambda = 1,2 \cdot 10^{-4} \text{ см}$ . Знайти кількість фотонів, випромінених цією лампою за  $1 \text{ с}$ , якщо її споживана потужність  $P = 200 \text{ Вт}$ .

76. Пучок світла з довжиною хвилі  $\lambda = 490 \text{ нм}$  падає перпендикулярно на поверхню, створюючи тиск  $5 \cdot 10^3 \text{ Па}$ . Скільки квантів світла падає щосекунди на одиницю площі цієї поверхні?

77. Електрон рухається по колу радіусом  $0,5 \text{ см}$  в однорідному магнітному полі з індукцією  $B = 10^3 \text{ Тл}$ . Визначити його довжину хвилі де Бройля.

78. За один рік кількість радіоактивного ізотопу зменшилась втричі. У скільки разів зменшиться вона за 2 роки?

79. Визначити енергію зв'язку ядер дейтерію  ${}^2_1\text{H}$ , тритію  ${}^3_1\text{H}$   $\text{MeV}$ .

80. Маса радіоактивного магнію  $\text{Mg}^{21}$  рівна  $0,2 \text{ мг}$ . Визначити початкову активність препарату і його активність через  $1 \text{ год}$ . Період піврозпаду  $T = 10 \text{ хв}$ .

81. За 8 днів розпалось  $75 \%$  початкової кількості радіоактивного ізотопу. Визначити період напіврозпаду.

82. Обчислити в  $\text{MeV}$  енергію ядерної реакції:  ${}^{16}_8\text{O} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^{14}_7\text{N} + {}^4_2\text{He}$ . Виділяється чи поглинається енергія при цій реакції?

83. Яка частина початкової кількості радіоактивного препарату  ${}^{124}\text{I}$  не розпадеться через тиждень?

84. Обчислити енергію ядерної реакції:  ${}^7_3\text{Li} + {}^1_1\text{H} \rightarrow 2 {}^4_2\text{He}$ .

85. Обчислити енергію ядерної реакції:  ${}^9_4\text{Be} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^{10}_5\text{B} + p^1$ .

86. За який час в препараті радіоактивного ізотопу з періодом напіврозпаду 25 діб розпадеться  $1/4$  всіх ядер?

87. Яку найменшу енергію потрібно затратити для поділу частинки  ${}^4_2\text{He}$  на дві однакові частинки?

88. Обчислити дефект маси і енергію зв'язку ядра  ${}^{10}_5\text{B}$ .

89. Обчислити енергію, яку потрібно затратити, щоб відокремити нейтрон від ядра  ${}^{23}_{11}\text{Na}$ .

## Фундаментальні фізичні сталі

Діелектрична проникність (електрична стала)	$\epsilon_0 = 8,85418782 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$
Елементарний заряд	$e = 1,6021892 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
Маса спокою електрону	$m_e = 9,109534 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$
Магнітна (стала) проникність вакууму	$\mu_0 = 12,5663706144 \cdot 10^{-7} \text{ Гн/м}$
Швидкість світла у вакуумі	$c = 2,99792458 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
Стала Стефана-Больцмана	$\sigma = 5,6697 \cdot 10^{-8} \text{ Вт/ м}^2 \cdot \text{К}^4$
Стала Віна	$b = 2,8979 \cdot 10^{-3} \text{ м} \cdot \text{К}$
Стала Планка	$h = 6,626124 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$
Гравітаційна стала	$\gamma = 6,672 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$
Прискорення вільного падіння на Землі (нормальне)	$g = 9,8066 \text{ м/с}^2$
Стала Авогадро	$N_A = 6,022045 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
Універсальна газова стала	$R = 8,31441 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$
Число Лошмідта	$N_L = 2,7 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$
Стала Больцмана	$k = 1,380652 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
Стала Рідберга	$R_\infty = 1,097373143 \cdot 10^7 \text{ м}^{-1}$
Атомна одиниця маси, а.о.м.	$1 \text{ а.о.м.} = 1,660 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$

Таблиця 2

## Маси деяких ізотопів

Ізотоп	Маса, а.о.м.	Ізотоп	Маса, а.о.м.	Ізотоп	Маса, а.о.м.
$^1_1\text{H}$	1,00783	$^9_4\text{Be}$	9,01218	$^{30}_{40}\text{Si}$	29,97377
$^2_1\text{H}$	2,01410	$^{10}_5\text{B}$	10,01294	$^{40}_{20}\text{Ca}$	39,96257
$^3_1\text{H}$	3,01605	$^{12}_6\text{C}$	12,0	$^{56}_{27}\text{Co}$	55,93984
$^3_2\text{He}$	3,01603	$^{13}_7\text{N}$	13,00574	$^{63}_{29}\text{Cu}$	62,92960
$^4_2\text{He}$	4,00260	$^{14}_7\text{N}$	14,00307	$^{112}_{48}\text{Cd}$	111,90276
$^6_3\text{Li}$	6,01512	$^{17}_8\text{O}$	16,99913	$^{200}_{80}\text{Ag}$	199,96832
$^7_3\text{Li}$	7,01600	$^{23}_{12}\text{Mg}$	22,99413	$^{235}_{92}\text{U}$	235,04393
$^7_4\text{Be}$	7,01693	$^{24}_{12}\text{Mg}$	23,98504	$^{238}_{92}\text{U}$	238,05353
$^8_4\text{Be}$	8,00531	$^{27}_{13}\text{Al}$	26,98154		



