

## Конкурсні задачі з фізики (частина 2)

### Молекулярна фізика і теплота

#### Основи МКТ будови речовини

##### Задача 1

Всередині закритого з обох кінців горизонтального циліндра міститься поршень, що може рухатися без тертя і поділяє циліндр на дві частини. В одній частині циліндра знаходиться 3 г водню, а в другій — 16 г кисню. Яку частину об'єму циліндра займає водень? Об'єм поршня вважаємо дуже малим.

##### Задача 2

Один кіломоляр вуглекислого газу має масу 44 кг. Визначити густину вуглекислого газу при нормальних умовах і масу молекули.

##### Задача 3

На шляху молекулярного пучка стоїть стінка. Вважаючи зіткнення молекули з стінкою абсолютно пружним, знайти тиск молекул на стінку, якщо: а) стінка розміщена перпендикулярно до швидкості пучка і нерухома; б) стінка рухається назустріч молекулам з швидкістю  $v$ . Швидкість молекул у пучку  $c$ , маса однієї молекули  $m$ , концентрація молекул  $n_0 \frac{1}{\text{м}^3}$ .

##### Задача 4

Віднявши від величини ваги посудини з газом вагу посудини, можна знайти вагу газу. Але молекули «літають» по всій посудині, яким же чином їх вага впливає на покази терезів?

#### Внутрішня енергія. Теплота і робота.

##### Задача 5

Автомобіль пройшов шлях  $s = 121,5$  км з швидкістю  $v = 42$  км/год і витратив при цьому 24,3 кг бензину. Яку середню потужність розвивав двигун автомобіля під час руху, якщо коефіцієнт корисної дії двигуна 25%?

##### Задача 6

Свинцева куля, що летить з швидкістю  $v_1 = 400$  м/сек, пробиває дошку, і швидкість її зменшується до  $v_2 = 100$  м/сек. Початкова температура кулі  $t^\circ = 27^\circ \text{C}$ . Яка частина кулі розплавиться, якщо вважати, що на нагрівання кулі йде 60% енергії?

### Задача 7

Залізну кульку радіусом 1 см, нагріту до  $120^{\circ}\text{C}$ , поклали на лід. На яку глибину зануриться кулька в лід? Густину льоду і води вважатн однаковими. Температура оточуючої води  $0^{\circ}$

### Задача 8

На скільки градусів охолоне повітря в кімнаті об'ємом  $30\text{ м}^3$  за 4 год роботи холодильної установки, якщо її продуктивність 2 кг льоду при температурі  $-2^{\circ}\text{C}$  за добу, а охолодження починається з температури  $20^{\circ}\text{C}$ ? Питома теплоємність повітря  $1005\text{ Дж/кг}\cdot\text{град}$ .

### Задача 9

Залізний брусок довжиною 40 см і перерізом  $30\text{ см}^2$  при температурі  $0^{\circ}\text{C}$  занурений у посудину, що містить 20 кг води при температурі  $90^{\circ}\text{C}$ . Визначити температуру, якої набуде брусок у воді, і визначити об'єм бруска при цій температурі.

### Розширення при нагріванні твердих тіл і рідин

### Задача 10

Флакон при  $0^{\circ}$  має місткість  $40\text{ см}^3$ . Чи можна в нього налити стільки ртуті, щоб не заповнений ртуттю об'єм не змінювався при зміні температури? Скільки треба налити ртуті?

$$\text{Коефіцієнт об'ємного розширення скла } \beta_c = \frac{1}{45\,000}\text{ град}^{-1}; \text{ ртуті}$$
$$\beta_p = \frac{1}{5500}\text{ град}^{-1}$$

### Задача 11

Відстань на землі вимірюється розділеною на метри сталюю стрічкою з коефіцієнтом лінійного розширення  $11 \cdot 10^{-6}\text{ град}^{-1}$ . Поділки на стрічку наносилися при  $15^{\circ}\text{C}$ . Вимірювання виконували при температурі  $25^{\circ}\text{C}$ . В результаті проведеного вимірювання відстань виявилась  $1000,53\text{ м}$ . Чому дорівнює ця відстань в дійсності?

### Задача 12

Довести, що тверде тіло, густина речовини якого  $\rho$ , питома теплоємність  $c$  і коефіцієнт об'ємного розширення  $\beta$ , при наданні йому кількості теплоти  $Q$  збільшує свій об'єм на величину  $\Delta V = \frac{Q\beta}{c\rho}$ , яка не залежить від початкового об'єму тіла.

### Задача 13

В залізну циліндричну цистерну висотою 8 м і діаметром основи 20 м налито нафти стільки, що при температурі  $5^\circ\text{C}$  рівень нафти нижчий верхнього краю цистерни на 20 см. Визначити, при якій температурі нафта почне переливатися через краї цистерни. Коефіцієнт об'ємного розширення нафти  $0,001 \text{ град}^{-1}$ .

#### Властивості газів і пари

### Задача 14

Циліндрична піпетка довжиною  $L = 240 \text{ мм}$  занурена в ртуть, яка піднялася в ній на висоту  $l = 100 \text{ мм}$ . Потім піпетку закривають зверху пальцем і витягують з ртуті, причому частина ртуті витікає з піпетки. Яка висота стовпчика ртуті, що залишилася в піпетці, коли відомо, що атмосферний тиск відповідає тиску стовпчика ртуті висотою  $H = 760 \text{ мм}$ ? Поперечний переріз піпетки постійний на всій її довжині, і вона залишається у вертикальному положенні.

### Задача 15

Баластний резервуар підводного човна об'ємом  $V_1 = 5 \text{ м}^3$  заповнений водою. Який тиск повітря  $p$  повинен бути в балоні ємкістю  $V_2 = 0,2 \text{ м}^3$ , щоб при приєднанні балона до резервуара підводний човен міг повністю звільнитися від баласту на глибині  $H = 100 \text{ м}$ ? Температура повітря не змінюється. Атмосферний тиск  $p_a = 1,01 \cdot 10^5 \text{ н/м}^2$ ; густина морської води  $\rho = 1030 \text{ кг/м}^3$ .

### Задача 16

Закрита циліндрична посудина висотою  $h$  поділена на дві рівні частини невагомим поршнем, що може ковзати без тертя. При закріпленому поршні обидві половинки заповнені газом, причому в одній з них тиск газу в  $n$  раз більший, ніж у другій. На скільки переміститься поршень, якщо його звільнити? Температуру вважати незмінною.

### Задача 17

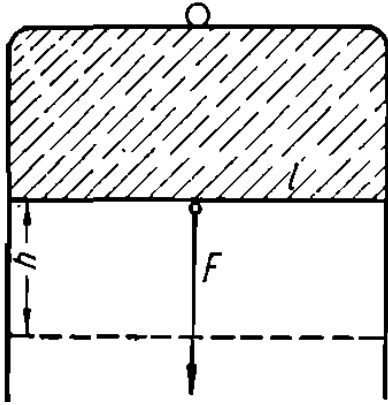
В посудину об'ємом  $V = 10 \text{ л}$ , наповнену сухим повітрям при нормальних умовах ( $p_0 = 1,01 \cdot 10^5 \text{ н/м}^2$ ;  $t_0 = 0^\circ\text{C}$ ), вводять  $m = 3 \text{ г}$  води і нагрівають посудину до  $t = 100^\circ\text{C}$ . Визначити тиск вологого повітря  $p_x$  в посудині при цій температурі.

#### Властивості рідин

### Задача 18

У спирт на незначну глибину опущено трубку з діаметром внутрішнього каналу  $d = 0,5 \text{ мм}$ . Яка вага спирту, що увійшов у трубку?

### Задача 19



Дротяна прямокутна рамка з однією рухомою стороною  $l$  затягнута мильною плівкою (рис. ). Яку силу  $F$  треба прикласти до рухомої сторони, щоб вона перебувала в рівновазі? Яка робота буде виконана, якщо сторона рамки переміститься на  $h = 2$  см? Довжина рухомої сторони  $6$  см; коефіцієнт поверхневого натягу мильної плівки  $\alpha = 0,041$  н/м.

### Задача 20

При плавленні вертикально підвішеної свинцевої дротини діаметром  $1$  мм утворилось  $20$  краплин свинцю. На скільки вкоротилась дротина? Коефіцієнт поверхневого натягу рідкого свинцю  $0,47$  н/м.

### Задача 21

Канал у капілярній трубці має конічну форму. Діаметри його  $d_1 = 1$  мм і  $d_2 = 2$  мм. Довжина трубки  $10$  см. На яку висоту підніметься вода в трубці, якщо її опустити на незначну глибину у воду: а) широким кінцем; б) вузьким кінцем?

### Властивості твердих тіл

### Задача 22

Стальна балка затиснута між двома стінами при температурі  $10^\circ\text{C}$ . З якою силою кінці балки тиснуть на стіни при температурі  $35^\circ\text{C}$ ? Площа поперечного перерізу балки  $50$  см<sup>2</sup>.

### Задача 23

Потрібно, щоб залізний стержень довжиною  $l = 1,5$  м при навантаженні  $P = 5000$  н не видовжувався більш як на  $0,3$  мм. Якого перерізу треба взяти стержень?

### Задача 24

Для вимірювання глибини моря з пароплава спустили гирю на сталевому тросі. Нехтуючи вагою гирі в порівнянні з вагою троса, знайти, яку найбільшу глибину можна виміряти таким способом. Границю міцності сталі взяти рівною  $6,86 \cdot 10^8$  н/м<sup>2</sup>, густину морської води прийняти  $1000$  кг/м<sup>3</sup>.

### Задача 25

Яка найбільша довжина свинцевої дротини, при якій будучи підвішена за один кінець вона не обірветься від власної ваги?

## Робота газу і пари. Теплові двигуни

### Задача 26

В циліндрі, закритому невагомим рухомим поршнем, знаходиться  $1 \text{ м}^3$  повітря при нормальному тиску. Яку роботу виконає повітря при нагріванні його на  $1^\circ \text{C}$ ?

### Задача 27

Чотиритактний бензиновий двигун з 10 циліндрами працює при  $n = 960 \text{ об/хв}$ . Діаметр поршня  $d = 400 \text{ мм}$ , а хід поршня  $l = 120 \text{ мм}$ . Механічний коефіцієнт корисної дії двигуна  $\eta_m = 80\%$ . Знайти ефективну потужність, якщо середній індикаторний тиск  $p_i = 5 \cdot 10^5 \text{ н/м}^2$ .

### Задача 28

Машина, що працює за циклом Карно, одержала тепло від нагрівника при температурі  $200^\circ \text{C}$ . Холодильник має температуру  $100^\circ \text{C}$ . За певний час машина одержала від нагрівника  $10^4 \text{ Дж}$  енергії. Визначити виконану роботу, передану холодильнику, кількість теплоти і коефіцієнт корисної дії.