

Властивості рідин. Поверхневий натяг

272. Чому гарячий жир плаває на поверхні води у вигляді кругів?
273. Чому з мильного розчину легко видути кульку, а з води не можна?
274. Чому не можна писати на жирному папері?
275. Чому деякі комахи можуть вільно бігати по поверхні води, як по твердій поверхні?
276. За якої умови можна носити воду в решеті?
277. Чому качка виходить сухою з води?
278. Чому перед пайкою поверхні деталей піддаються ретельній обробці від оксидів?
279. Чому погано витираються руки шовковою тканиною?
280. Якщо покласти шматок крейди на мокру губку, він намокне. Якщо суху губку покласти на мокру крейду, губка залишиться сухою. Поясніть явище.
281. Чому намагаються між посівами частіше рихлити ґрунт? Чому цю роботу називають «сухим поливом»?
282. Чому, щоб уникнути швидкого висихання ґрунту намагаються ранньою весною зорати землю і відразу ж її заборонувати?
283. Чому на сирому ґрунті сліди від кроків людини намокають?
284. Як пояснити, що в глиняному посуді з малими порами вода має нижчу температуру, ніж температура оточуючого повітря?
285. Чому дерев'яні поверхні перед покриттям їх олійною фарбою попередньо ґрунтують?
286. Сила поверхневого натягу діє у воді вздовж лінії довжиною 4 см. Обчислити значення цієї сили за температури 20 °С.
287. Сила поверхневого натягу 2 мН діє у рідині вздовж кола діаметром 2 см. Визначити поверхневий натяг рідини.
288. Який радіус піпетки, якщо з неї накапали 20 краплин мильного розчину загальною масою 0,8 г?
289. На нижньому кінці тонкої трубки повисла крапля води, що має в момент відриву форму кулі діаметром 0,6 см. Визначити діаметр трубки.
290. Рамку масою 2 г у вигляді рівностороннього трикутника зі стороною 5 см акуратно поклали на поверхню води. Яка сила утримує рамку на воді? Яку силу необхідно прикласти, щоб відірвати рамку від поверхні води?

Розв'язання

$$F_1 - ? \quad F_2 - ?$$

$$m = 2 \text{ г} = 0,002 \text{ кг}$$

$$a = 5 \text{ см} = 0,05 \text{ м}$$

$$\sigma = 0,073 \text{ Н/м}$$

На поверхні води рамка утримується силою поверхневого натягу $F_1 = \sigma(l_1 + l_2)$, де l_1, l_2 – довжини внутрішньої і зовнішньої межі поверхні рідини. Будемо вважати їх рівними: $l_1 = l_2 = 3a = 0,15 \text{ м}$. Отже

$$F_1 = 0,073 \frac{\text{Н}}{\text{м}} \cdot 0,3 \text{ м} = 0,022 \text{ Н} . \text{ Для відриву рамки}$$

потрібно крім сили поверхневого натягу перебороти силу тяжіння

$$F_2 = F_1 + mg = 0,022 \text{ Н} + 0,002 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{М}}{\text{с}^2} = 0,042 \text{ Н} .$$

291. Для дослідження поверхневого натягу мильного розчину використали динамометр і дротяне кільце діаметром 12 см, маса якого 20 г. Вважаючи внутрішній і зовнішній діаметри кільця однаковими, визначити силу, яку показав динамометр у момент відривання кільця від поверхні рідини.
292. На яку висоту підніметься спирт в капілярі радіусом 2 мм?
293. У ртуть опущено на досить малу глибину скляну трубку з внутрішнім діаметром 0,5 мм. Визначити масу ртуті, що опустилася в трубку.
294. У воду опущено на досить малу глибину скляну трубку з внутрішнім діаметром 0,8 мм. Визначити об'єм води, що зайшла в трубку.
295. Вода піднялася у капілярі на висоту 14 мм. На яку висоту підніметься у цьому ж капілярі спирт? Вважати, що вода і спирт змочують капіляр.
296. Висота піднімання води у скляному капілярі в 1,46 разів більша від висоти піднімання рідини з невідомим поверхневим натягом. Вважаючи змочування повним, визначити коефіцієнт поверхневого натягу невідомої рідини, густина якої $1,26 \text{ г/см}^3$.
297. У воду опущено два вертикальні скляні капіляри з внутрішніми діаметрами 0,6 і 0,4 мм. Яка різниця рівнів води в капілярах? Змочування вважати повним.

Властивості твердих тіл

298. Чому поліно легше розрубати вздовж волокон, ніж поперек них?
299. Чому велосипедна рама виготовляється не з суцільних сталевих стрижнів, а зі сталевих труб?
300. Виберіть з нижче перерахованих речовин...

1. ...кристалічні.

2. ...аморфні.

а) парафін; б) кухонна сіль; в) пластилін; г) лід;

д) повітря; е) вода; є) пластик; ж) кварц.

301. Знайти механічну напругу, що виникає в сталевому тросі при його відносному видовженні 0,001.
302. При розтягуванні алюмінієвого дроту в ньому виникла механічна напруга 35 МПа. Знайти відносне видовження дроту.
303. Визначити максимальну силу, яку може витримати сталевий дріт, площа поперечного перерізу якого 5 мм².
304. Чому дорівнює відносне та абсолютне видовження алюмінієвого дроту завдовжки 10 м і площею поперечного перерізу 8·10⁻⁵ м² під дією вантажу в 1,68 кН?
305. Яку силу треба прикласти до мідного дроту завдовжки 4 м і площею поперечного перерізу 10⁻³ м², щоб видовжити його на 2 мм?
306. Який діаметр дроту, якщо під дією сили 2 кН в ньому виникає механічна напруга 160 МПа?
307. Яку найменшу довжину повинен мати алюмінієвий дріт, підвішений за один з кінців, щоб під дією сили тяжіння він міг розірватися біля точки підвісу?

$l - ?$

$$\begin{array}{l} \sigma_m = 100 \cdot 10^6 \text{ Па} \\ \rho = 2700 \text{ кг/м}^3 \end{array}$$

Розв'язання

З короткого фізичного довідника записуємо границю міцності та густину алюмінію. Деформація дроту викликана силою тяжіння: $F_{\text{тяж}} = mg = \rho l S g$. В дроті

виникатиме механічна напруга $\sigma = \frac{F_{\text{тяж}}}{S}$. Дріт

розірветься, якщо ця напруга перевищить границю міцності. Тоді, довжина дроту:

$$l = \frac{\sigma_m}{\rho g} = \frac{100 \cdot 10^6 \text{ Па}}{2700 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}} \approx 3703 \text{ м.}$$

308. Мідний дріт завдовжки 4 км підвішено за один з кінців. Чи є загроза, що він обірветься під дією власної ваги?
309. Визначити максимальну глибину водойми, яку можна виміряти за допомогою алюмінієвого дроту.

Приклад розв'язку завдань для тематичного контролю

Рівень А (початковий)

1. Яке з нижче наведених співвідношень виражає рівняння Клапейрона?

а) $p_1V_1=p_2V_2$; б) $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$; в) $\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2}$; г) $\frac{p_1V_1}{T_1} = \frac{p_2V_2}{T_2}$.

2. Якщо щосекунди з поверхні рідини вилітає в середньому стільки ж молекул, скільки повертається назад у рідину, то пару над рідиною називають...

а) ...насиченою; б) ...ненасиченою; в) ...перегрітою; г) ...росою.

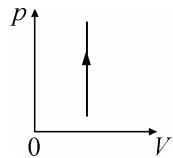
3. Фізичну величину, яка дорівнює кількості молів частинок речовини, називають...

а) ...кількістю речовини; б) ...молярною масою;
в) ...абсолютною температурою; г) ...числом Авогадро.

Рівень В (середній)

1. Якому процесу відповідає графік, схематично зображений на малюнку 1?

а) ізобарне нагрівання; б) ізобарне охолодження;
в) ізохорне нагрівання; г) ізохорне охолодження.



Мал. 1

2. Графік залежності тиску водяної пари у закритій посудині від температури схематично зображено на малюнку 2. На ділянці з інтервалом температур $T_1 - T_2$ пара...

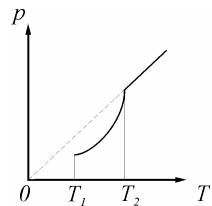
а) ...ненасичена; б) ...насичена; в) ...повністю сконденсована.

3. Під дією якої сили, напрямленої вздовж осі стержня площею перерізу $12 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$ у ньому виникає напруга $2 \cdot 10^8 \text{ Па}$?

Рівень С (достатній)

1. За 10 хвилин з відкритої посудини повністю випарувалося 90 г води. Скільки в середньому молекул вилітало з поверхні за 1 с?

2. Температура повітря $30 \text{ }^\circ\text{C}$, а відносна вологість 64 %. Визначити точку роси і масу водяної пари в кімнаті об'ємом 60 м^3 за даних умов.



Мал. 2

Рівень D (високий)

1. Коли у воду опустили на досить малу глибину скляну трубку, то в неї зайшла вода масою $11,5 \cdot 10^{-6} \text{ кг}$. Визначити внутрішній радіус трубки.

2. В балоні знаходиться газ при температурі $27 \text{ }^\circ\text{C}$. Знайти початковий тиск газу, якщо після того як $3/5$ маси газу випустили, температура понизилась до $-33 \text{ }^\circ\text{C}$, а тиск зменшився на 10 МПа .

1.

$r - ?$

$$m = 11,5 \cdot 10^{-6} \text{ кг}$$

$$\sigma = 73 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}$$

Розв'язання

З короткого фізичного довідника записуємо в умову задачі поверхневий натяг води.

Висота піднімання води в капілярі визначається

співвідношенням $h = \frac{2\sigma}{\rho g r}$. Об'єм цієї води

$V = S \cdot h = \pi r^2 \cdot h$. Маса цієї води

$m = \rho \cdot V = \rho \cdot \pi r^2 \cdot \frac{2\sigma}{\rho g r} = \frac{2\sigma \cdot \pi r}{g}$. Звідси $r = \frac{mg}{2\sigma}$. Після

підстановки $r = \frac{11,5 \cdot 10^{-6} \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{М}}{\text{с}^2}}{2 \cdot 73 \cdot 10^{-3} \frac{\text{Н}}{\text{м}} \cdot 3,14} \approx 0,25 \text{ мм}$.

2.

$p_1 - ?$

$$t_1 = 27^\circ \text{C}$$

$$m_2 = 2/5 m_1$$

$$t_2 = -23^\circ \text{C}$$

$$p_2 = p_1 - 10 \text{ МПа}$$

Розв'язання

Запишемо температуру газу за шкалою Кельвіна:

$T_1 = 300 \text{ К}$, $T_2 = 250 \text{ К}$. Оскільки газ міститься в балоні, то процес можна вважати ізохорним: $V = \text{const}$. Запишемо рівняння Менделєєва-Клапейрона для двох станів:

$p_1 V = \frac{m_1}{M} R T_1$; $p_2 V = \frac{2/5 m_1}{M} R T_2$. Поділимо перше

рівняння на друге. $\frac{p_1}{p_2} = \frac{5 T_1}{2 T_2}$. Або $\frac{p_1}{p_1 - 10} = \frac{5 T_1}{2 T_2}$.

Звідси $2 p_1 T_2 = 5 p_1 T_1 - 50 T_1$; $p_1 = \frac{50 T_1}{5 T_1 - 2 T_2}$.

Після підстановки отримуємо:

$p_1 = \frac{50 \cdot 300 \text{ К}}{5 \cdot 300 \text{ К} - 2 \cdot 250 \text{ К}} = 15 \text{ МПа}$.

Завдання для тематичного контролю (для самостійного розв'язку)

Рівень А (початковий)

1. За яким з нижче наведених виразів можна визначити відносну вологість повітря?

а) $\dots = \frac{2\sigma}{\rho g r}$; б) $\dots = \frac{p}{p_0} \cdot 100\%$; в) $\dots = \frac{F_{\text{пов.}}}{l}$; з) $\dots = \frac{F}{S}$.

2. Чому дорівнює абсолютний нуль температури, виражений за шкалою Цельсія?

а) -273°C ; б) 0°C ; в) 100°C ; з) 273°C .

3. Виберіть із нижче наведених ознак ту, яка притаманна всім аморфним речовинам.

- а) анізотропність; б) ізотропність;
в) наявність певної температури плавлення.

Рівень В (середній)

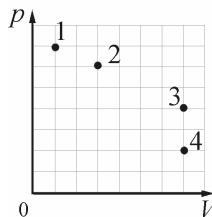
1. Точки на малюнку 1 відповідають різним станам однієї й тієї самої маси газу. У якому стані температура газу найбільша?

- а) 1; б) 2; в) 3; з) 4.

2. Як залежить тиск насиченої пари від об'єму?

- а) із збільшенням об'єму збільшується;
б) із збільшенням об'єму зменшується;
в) тиск насиченої пари від об'єму не залежить.

3. Визначити густину ідеального одноатомного газу при тиску 320 кПа, якщо середня квадратична швидкість руху молекул 800 м/с.



Мал. 1

Рівень С (достатній)

1. Який діаметр дроту, якщо під дією сили 2 кН в ньому виникає механічна напруга 160 МПа?

2. У воду опущено два вертикальні скляні капіляри з внутрішніми діаметрами 0,4 і 0,2 мм. Яка різниця рівнів води в капілярах. Змочування вважати повним.

Рівень D (високий)

1. Яка маса водяної пари знаходиться в 1 л повітря за температури 17°C , якщо точка роси 10°C ? Визначити відносну вологість повітря за цієї температури.

2. Пляшку, заповнену газом, щільно закрили корком з площею поперечного перерізу $2,5 \text{ см}^2$. До якої температури треба нагріти газ, щоб корок вилетів з пляшки, якщо сила тертя, що утримує корок 50 Н? Атмосферний тиск 100 кПа, початкова температура газу 7°C .