

РЕПУБЛИКАНСКА СТУДЕНТСКА ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКА

19 май 2012

Физически факултет, СУ “Св. Кл. Охридски”

ТЕСТ (всеки въпрос = 3 т.)

Оградете верните отговори.

1. Лек автомобил от покой достига скорост от 100 km/h за 7,2 s като се движи с постоянно ускорение. Какъв път изминава автомобилът за това време?

- а) 96 m б) 36 m в) 360 m г) 72 m д) 100 m

2. С каква ъглова скорост се въртят роторите на генераторите в АЕЦ “Козлодуй”?

- а) $50\pi \text{ s}^{-1}$ б) $100\pi \text{ s}^{-1}$ в) 50 s^{-1} г) 25 s^{-1} д) 100 s^{-1}

3. В лекоатлетическата дисциплина “хвърляне на чук” световният рекорд за мъже е $L = 86,74 \text{ m}$. Чукът има маса $m = 7,257 \text{ kg}$ и дължина $l = 121,5 \text{ cm}$. Земното ускорение е $g = 9,81 \text{ m/s}^2$. Дължината на всяка една от ръцете на лекоатлета е $d = 80 \text{ cm}$. Оценете приблизително с колко пъти по-голяма сила в сравнение с теглото на чука лекоатлетът удържа чука точно преди момента на неговото хвърляне. Приемете, че чукут се изхвърля на практика от земната повърхност под оптимален ъгъл и точно преди изхвърлянето лекоатлетът се върти заедно с чука около вертикална ос, минаваща надлъжно през тялото му. Съпротивлението на въздуха се пренебрегва.

- а) 43 пъти б) 53 пъти в) 63 пъти г) 13 пъти д) 23 пъти

4. В три чаши с вода плават три бучки лед. В първата чаша бучката лед е само от лед, във втората чаша в бучката лед има замразена метална фигурка, а в третата бучка лед има замразена дървена фигурка. Как ще се промени нивото на водата в трите чаши след разтапянето на леда?

- а) и в трите чаши нивото няма да се промени
б) в две от чашите няма да се промени, а в тази с металната фигурка ще намалее
в) в едната чаша няма да се промени, в тази с металната фигурка ще намалее, а в тази с дървената фигурка ще се повиши
г) в едната чаша няма да се промени, в тази с металната фигурка ще се повиши, а в тази с дървената фигурка ще намалее
д) в две от чашите няма да се промени, а в тази с дървената фигурка ще се повиши

5. Колоездач помпи гумите на велосипеда си с ръчна помпа. Налягането в гумите достига 3.0 atm (манометърът показва 2.0 atm). Температурата на околната среда е $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Ако приемете процеса на навлизането на въздуха в гумата за адиабатен ($\gamma = 1,4$), оценете температурата на навлизания в гумата въздух.

- а) $20 \text{ }^\circ\text{C}$ б) $28 \text{ }^\circ\text{C}$ в) $128 \text{ }^\circ\text{C}$ г) $78 \text{ }^\circ\text{C}$ д) $178 \text{ }^\circ\text{C}$

6. Климатик поддържа в стая температура $t_2 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$. Температурата навън е $t_1 = 30 \text{ }^\circ\text{C}$. Ако климатикът консумира електрична мощност $P = 1 \text{ kW}$, оценете максимално възможната стойност на отнетото количество топлина от стаята за единица време.

- а) 3 kW б) 2 kW в) 30,3 kW г) 29,3 kW д) 1 kW

7. Тяло извършва едномерно хармонично трептене. През точка C от неговата траектория тялото минава през редуващи се интервали от време 1s, 2s, 1s, 2s, ... Какво е отношението на разстоянията от т. C до двете крайни (възвратни) точки от неговата траектория?

- а) $\sqrt{3}$ б) 3 в) 2 г) 4 д) 3/2

8. Около каква ос (съвпадаща с негов диаметър) можем да въртим кръгов проводник без да се индуцира в него ток (заради магнитното поле на Земята)?

- а) ориентирана север-юг б) ориентирана изток-запад в) вертикална
г) произволна хоризонтална д) ориентацията няма значение

9. По два безкрайни прави проводника, перпендикулярни един на друг, но лежащи в две успоредни равнини, тече електричен ток. С какви сили (или въртящи моменти) ще си действат проводниците?

- а) те ще се привличат
б) те ще се отблъскват
в) резултантните сили и въртящи моменти върху всеки от проводниците ще бъде нула
г) ще им действат такива въртящи моменти, че проводниците да станат успоредни и токовете по тях да текат в една посока
д) ще им действат такива въртящи моменти, че проводниците да станат успоредни и токовете по тях да текат в противоположни посоки

10. Електрическа крушка с нагреваема (волфрамова) жичка е направена да работи при напрежение $U = 220 \text{ V}$ и има мощност $P = 100 \text{ W}$. Приблизително какво съпротивление на крушката бихме измерили с омметър (мултицет)?

- а) 5000Ω б) $0,5 \Omega$ в) 500Ω г) $5,0 \Omega$ д) 50Ω

КАЧЕСТВЕНИ ЗАДАЧИ (всяка задача = 5 т.)

1. Защо кълкборите се хлъзгат толкова лесно по леда?
2. От какви физични параметри се определя максималната височина, на която може да лети един самолет?
3. Опишете и илюстрирайте етапите на движение (и траекторията) на един космически кораб, който трябва да излети от Земята и да кацне на Марс. Кога и как трябва да работят реактивните двигатели на този кораб? Ако приемем, че Марс обикаля Слънцето по кръгова орбита за 1,88 год., оценете колко време корабът ще пътува от Земята до Марс?
4. Защо някои струнни музикални инструменти имат двойки еднакви струни? (например 12-струнна китара, българската тамбура, италианската мандолина, турският саз, гръцкото бузуки и т. н.)

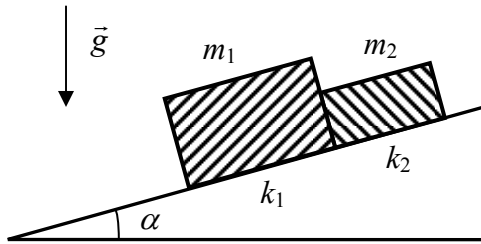
5. В таблицата са представени данни за температурата на кипене на следните въглеводороди:

Хим. формула	име	$T_{\text{кип}}, ^\circ\text{C}$	Хим. формула	Име	$T_{\text{кип}}, ^\circ\text{C}$	Хим. формула	име	$T_{\text{кип}}, ^\circ\text{C}$
CH_4	метан	-164	C_6H_{14}	хексан	68	$\text{C}_{11}\text{H}_{24}$	ундекан	?
C_2H_6	етан	-89	C_7H_{16}	хептан	99	$\text{C}_{12}\text{H}_{26}$	додекан	216
C_3H_8	пропан	-42	C_8H_{18}	октан	125	$\text{C}_{13}\text{H}_{28}$	тридекан	235
C_4H_{10}	бутан	0	C_9H_{20}	нонан	?	$\text{C}_{14}\text{H}_{30}$	тетрадекан	253
C_5H_{12}	пентан	36	$\text{C}_{10}\text{H}_{22}$	декан	???			

Предскажете с точност $2 ^\circ\text{C}$ температурата на кипене на декана. Как ще обясните зависимостта на температурата на кипене на тези въглеводороди от техния вид?

6. Предложете принцип на работа на електромагнитна (неизползваща механично триене) спирачка на автомобил.

КОЛИЧЕСТВЕНИ ЗАДАЧИ (15 т. + 15 т. + 10 т.)



1. (общо 15 т.) Две тела с маси m_1 (долното) и m_2 (горното) са поставени върху наклонена равнина, сключваща ъгъл α с хоризонта. Земното ускорение е g . Коефициентите на триене при хлъзгане на телата с наклонената равнина са съответно k_1 и k_2 като $k_1 > k_2$. Намерете:

а) минималния ъгъл α_{\min} (или негова тригонометрична функция), при който телата ще се хлъзгат по наклонената равнина. (4 т.)

б) ускорението a , с което ще се движат телата при $\alpha > \alpha_{\min}$. (6 т.)

в) силата T на взаимодействие между телата 1 и 2, когато се хлъзгат по наклонената равнина. (5 т.)

2. (общо 15 т.) Разстоянието между външното стъкло и вътрешното стъкло на голям двоен прозорец е $l = 25,0$ cm. Площта на всяко едно от стъклата е $S = 2,00$ m². Температурата навън е $t_1 = -10,0$ °C, а в стаята е $t_2 = 20,0$ °C. Атмосферното налягане е $p_0 = 1,01 \cdot 10^5$ Pa, моларната маса на въздуха е $\mu = 29$ g/mol, универсалната газова константа е $R = 8,31$ J/mol.K. Приемете, че въздухът е идеален газ и се състои само от еднакви двуатомни молекули. Ако температурата на въздуха в пространството между двете стъкла се изменя линейно, намерете:

а) формула за температурата $T(x)$ на разстояние x от студеното стъкло. (2 т.)

б) формула за плътността $\rho(x)$ на разстояние x от студеното стъкло. (2 т.)

в) вътрешната енергия U на въздуха, намиращ се в пространството между двете стъкла. (5 т.)

г) масата M на въздуха, намиращ се в пространството между двете стъкла. (6 т.)

3. (10 т.) Астрофизици смятат, че радиовълни, излъчени от Юпитер с честота $\nu = 1,0$ GHz, се генерират от електрони с ниска енергия, които се движат по кръгови орбити в магнитното поле на планетата. Колко е стойността на магнитната индукция B в тази област около планетата? Масата на електрона е $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg, а зарядът на електрона е $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C.

Отговори на теста:

1 д, 2 б, 3 а, 4 б, 5 в, 6 г, 7 б, 8 а, 9 г, 10 д

Отговори на задачите:

К5: температура на кипене на декана: 174 °C

$$1\text{a)} \operatorname{tg} \alpha_{\min} = \frac{k_1 m_1 + k_2 m_2}{m_1 + m_2} \quad 1\text{б)} a = g \frac{(m_1 + m_2) \sin \alpha - (k_1 m_1 + k_2 m_2) \cos \alpha}{m_1 + m_2}$$

$$1\text{в)} T = \frac{m_1 m_2 (k_1 - k_2) g \cos \alpha}{m_1 + m_2}$$

$$2\text{a)} T(x) = T_1 + \frac{T_2 - T_1}{l} x$$

$$2\text{б)} \rho(x) = \frac{p_0 \mu}{RT(x)} = \frac{p_0 \mu}{R \left[T_1 + \frac{(T_2 - T_1)}{l} x \right]}$$

$$2\text{в)} U = \frac{5}{2} p_0 S l = 1,27 \cdot 10^5 \text{ J}$$

$$2\text{г)} M = \frac{p_0 \mu S l \ln(T_2 / T_1)}{R(T_2 - T_1)} = 0,64 \text{ kg}$$

$$3) B = \frac{2\pi m_e \nu}{e} = 3,6 \cdot 10^{-2} \text{ T}$$