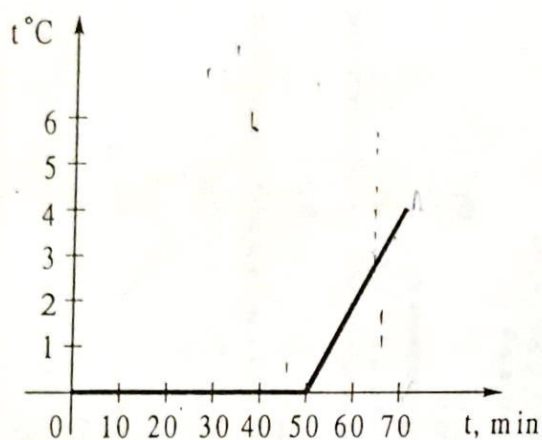


НАЦИОНАЛНО СЪСТЕЗАНИЕ ПО ФИЗИКА
ГР. БУРГАС, 22 – 24 АПРИЛ 2002 Г.

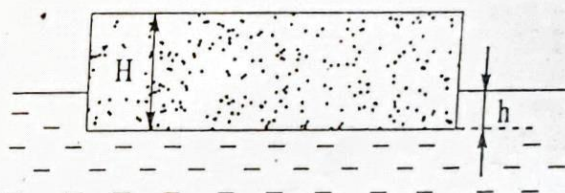
Тема за 9 клас



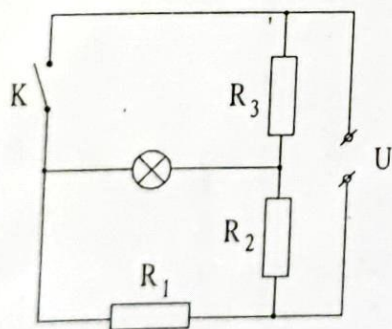
Фиг. 1

1 задача В съд налели смес от вода и лед. Масата на сместа е $M = 10 \text{ kg}$. Внесли съда в стая и веднага започнали да измерват температурата на сместа. Получената графика на зависимостта на температурата от времето е дадена на фиг. 1. Определете колко е била масата на леда - m_l преди внасянето на съда в стаята. Специфичният топлинен капацитет на водата е $c = 4,2 \cdot 10^3 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$, специфичната топлина на топене на леда е $\lambda = 3,4 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$. (Приемете, че съдът не участва в топлообмена.) (15 точки)

2 задача Тънъкостенен цилиндър с височина H и площ на основата S е напълнен с газ с маса M . Цилиндърът плава във вода (фиг. 2). В резултат на нарушаването на херметичността в долната част на цилиндъра, дълбочината на потапянето му се увеличава с ΔH . Какво е било началното налягане на газа в цилиндъра? Атмосферното налягане p_0 и температурата на газа не се изменят. Да се пренебрегне масата на цилиндъра. (25 точки)



Фиг. 2



Фиг. 3

3 задача На схемата, показана на фиг. 3, лампата свети еднакво ярко, както при затворен, така и при отворен ключ K . Резисторите в схемата имат съпротивления $R_1 = R_3 = 90 \Omega$, $R_2 = 180 \Omega$, а приложеното напрежение $U = 54 \text{ V}$. Намерете напрежението на лампата. (30 точки)

4 задача Плосък въздушен кондензатор се намира във външно еднородно електрично поле с интензитет E_0 , перпендикулярен на електродите на кондензатора. Площта на всеки електрод е S , а разстоянието между тях е d . Зарядът на кондензатора е q . Каква работа трябва да се извърши, за да се:

- разменят местата на електродите;
- разположат електродите на кондензатора успоредно на външното поле;
- извади кондензаторът от полето.

(30 точки)

Желаем Ви успех!

$$E_k = \frac{m_1 v^2}{2} \quad (3т.)$$

Скоростта v на чука се определя от височината h , от която той свободно пада

$$v = gt \Rightarrow t = \frac{v}{g} \quad (2т.)$$

$$h = \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2}g\frac{v^2}{g^2} \quad (2т.)$$

Следователно,

$$v^2 = 2gh \quad (3т.)$$

Количеството топлина, погълнато от алуминиевото изделие е

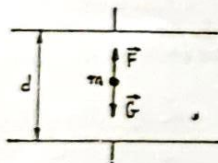
$$Q = cm_2 \Delta t \quad (3т.)$$

Частта от механичната енергия на чука, която се изразходва за загряване на изделието е

$$\frac{Q}{E_k} = \frac{m_2 c \Delta t}{m_1 gh} \quad (3т.)$$

$$\frac{Q}{E_k} = \frac{2 \text{ kg} \cdot 900 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \cdot 1,1^\circ \text{C}}{700 \text{ kg} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 1 \text{ m}} \approx 0,29 = 29\% \quad (4т.)$$

Задача 3:



а). Когато пращинката е в равновесие $mg = qE = q'E' = \text{const.}$ (5т.)

Интензитетът на полето на кондензатора след облъчването е $E' = \frac{u'}{d}$. (1т.)

Интензитетът на полето на кондензатора преди облъчването е $E = \frac{u}{d}$. (1т.)

Така, $E' > E$ (т.к. по условие $u' > u$) (3т.). Следователно, за да се изпълни условието за равновесие на пращинката, трябва да бъде изпълнено $q' < q$ (3т.), където q' е зарядът на пращинката след облъчването, а q - преди облъчването.

Когато на едно положително заредено тяло се отнемат електрони, то става по-положително заредено. Следователно, зарядът му расте по абсолютна стойност. (1т.)

Ако на едно отрицателно заредено тяло се отнемат електрони, то зарядът му намалява по абсолютна стойност. (1т.)

Следователно, пращинката е била отрицателно заредена. (5т.)

Понеже силата $\vec{F} = q\vec{E}$ е насочена към горната плоча на кондензатора, тя е сила на привличане и горната плоча има поляритет "+", а долната - "-". (5т.) Посока на силовите линии, т.е. посоката на интензитета е от "+" към "-". (5т.)

б). Преди облъчването:

$$\vec{F} + \vec{G} = 0, \quad (1а) \quad (2т.)$$

$$F = mg, \quad (2а) \quad (2т.)$$

$$F = qE = q\frac{u}{d} \quad (3а) \quad (4т.)$$

Заместваем (3а) в (2а) и изразяваме заряда преди облъчването q :

$$q = \frac{mgd}{u} \quad (4а) \quad (2т.)$$

След облъчването:

$$\vec{F}' + \vec{G} = 0, \quad (1б) \quad (2т.)$$

$$F' = mg, \quad (2б) \quad (2т.)$$

$$F' = q'E' = q'\frac{u'}{d} \quad (3б) \quad (4т.)$$

Заместваем (3б) в (2б) и изразяваме заряда след облъчването q' :

$$q' = \frac{mgd}{u'} \quad (4б) \quad (2т.)$$

Ако n е броят на електроните, които пращинката е загубила, то

$$q' = q - ne \quad (5) \quad (2т.)$$

От (4а), (4б) и (5), изразяваме n :

$$n = \frac{mgd(u' - u)}{e u' u} \quad (6) \quad (4т.)$$

Числената стойност за n е

$$n = \frac{10^{-13} \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 \cdot 0,5 \cdot 10^{-2} \text{ m} (162 - 153) \text{ V}}{1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 162 \text{ V} \cdot 153 \text{ V}} \approx 11 \quad (4т.)$$

Решение
Б 2002г.

(2 т.)

(1 т.)

(1 т.)

ма, в този
ергии на

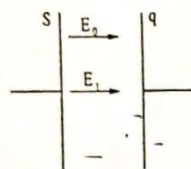
(3 т.)

(2 т.)

(1 т.)

4 задача (30 точки)

Решение

Дадено: E_0, S, d, q Търси се: $A = ?$ 

Фиг. 4 (1 т.)

а) Нека външното електрично поле с интензитет E_0 е ориентирано по посока на полето на кондензатора (фиг. 4). Работата, която се извършва, за да се сменят местата на електродите е равна на изменението на електричната енергия:

$$A = \Delta W = W - W_0,$$

където W_0 е началната енергия.

$$W_0 = \frac{\epsilon_0 (E_0 + E_1)^2}{2} Sd$$

(1 т.)

(3 т.)

(Интензитетът на електричното поле в кондензатора е сума от интензитетите на външното електрично поле и електричното поле, създадено от заряда q .)

При размяна местата на електродите, се променя посоката на електричното поле, създадено от заряда q .

$$\text{Тогава ел. енергия е } W = \frac{\epsilon_0 (E_0 - E_1)^2}{2} Sd.$$

(3 т.)

Като имаме предвид, че

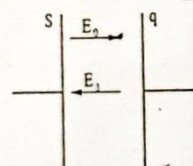
$$(1) E_1 = \frac{q}{Cd} = \frac{q}{\epsilon_0 S},$$

(2 т.)

за работата получаваме $A = \Delta W = -2\epsilon_0 E_0 E_1 Sd$.

$$= -2 \cdot \epsilon_0 Sd \cdot 1 \tau$$

(1 т.)



Фиг. 5 (1 т.)

Нека разгледаме и случая, когато в началото външното електрично поле е противоположно ориентирано на полето на кондензатора (фиг. 5). В този случай

$$\Delta W = \frac{\epsilon_0 (E_0 + E_1)^2}{2} Sd - \frac{\epsilon_0 (E_0 - E_1)^2}{2} Sd$$

(2 т.)

$$\Delta W = 2\epsilon_0 E_0 E_1 Sd$$

(1 т.)

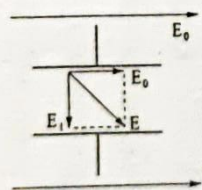
Като заместим E_1 от (1) получаваме

$$\Delta W = A = 2\epsilon_0 E_0 \frac{q}{\epsilon_0 S} Sd = 2qdE_0 d.$$

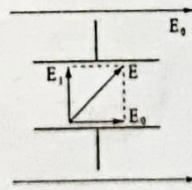
(1 т.)

б) В този случай (фиг. 6а, 6б) резултатното електрично поле в крайното положение (електродите на кондензатора са разположени успоредно на външното поле) има интензитет $E^2 = E_0^2 + E_1^2$

(2 т.)



Фиг. 6а (1 т.)



Фиг. 6б (1 т.)

$$\text{Тогава } A = \Delta W = \frac{\epsilon_0 (E_0^2 + E_1^2)}{2} Sd - \frac{\epsilon_0 (E_0 \pm E_1)^2}{2} Sd.$$

(2 т.)

$$\text{Оттук за } A \text{ получаваме } A = \mp \epsilon_0 E_0 E_1 Sd.$$

(1 т.)

Като заместим E_1 от (1), получаваме $A = \mp qE_0 d$

(1 т.)

в) Тъй като разглеждаме кондензатора и електричното поле като една система, в този случай енергията ΔW след изваждане на кондензатора от полето е сума от енергиите на външното поле и полето на кондензатора със заряд q :

$$W = \frac{\epsilon_0 E_0^2 Sd}{2} + \frac{\epsilon_0 E_1^2 Sd}{2}$$

(3 т.)

$$\text{Оттук } A = \Delta W = \frac{\epsilon_0 E_0^2 Sd}{2} + \frac{\epsilon_0 E_1^2 Sd}{2} - \frac{\epsilon_0 (E_0 \pm E_1)^2 Sd}{2}$$

(2 т.)

След заместване на E_1 от (1) за работата получаваме $A = \mp qE_0 d$

(1 т.)

Р. Б 2002г.