

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО, МЛАДЕЖТА И НАУКАТА
ПРОГНОЗНО НАЦИОНАЛНО СЪСТЕЗАНИЕ ПО ФИЗИКА

26.02.2011 – 27.02.2011 година, гр. Велико Търново

ТЕМА

за 9. клас

Задача 1. Заградете с кръстче верния отговор.
Всички верни отговора се оценяват с 1 точка.

1. Камък е хвърлен вертикално нагоре с начална скорост v_0 и достига максимална височина h . Като се пренебрегне

на височина $\frac{1}{2}h$? Съпротивлението на въздуха се пренебрегва.

а) $\frac{1}{2}v_0$ б) $\frac{1}{4}v_0$ в) $\frac{\sqrt{2}}{3}v_0$ г) $\frac{\sqrt{2}}{2}v_0$

2. Топче пада от голяма височина и преди да се удари в пода вече е достигнало постоянна скорост v . След удара топчето отскача нагоре със същата скорост v . Колко е ускорението на топчето непосредствено след удара? Земното ускорение е g .

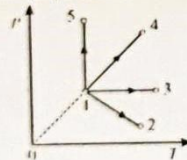
а) нула б) $g/2$ в) g г) $2g$

3. В чаша с вода плава коркова тапа. Върху тапата е закрепено оловно топче. Как ще се измени нивото на водата в чашата, ако топчето падне на дъното на чашата?

а) няма да се измени
б) ще се повиши
в) ще се понижи
г) отговорът зависи от обемите на двете тела

4. На pT -диаграмата са показани процеси с идеален газ. При кой от тях газът не извършва работа?

а) 1 $\rightarrow$ 2
б) 1 $\rightarrow$ 3
в) 1 $\rightarrow$ 4
г) 1 $\rightarrow$ 5

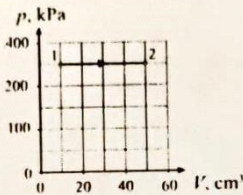


5. Топлинна машина с КПД 25 % за един работен цикъл извършва 50 J работа. Определете количеството топлина, което машината отдава за един цикъл на околната среда (на охладителя).

а) 150 J б) 75 J в) 50 J г) 25 J

6. На pV -диаграмата е представен процес, който се извършва с дадено количество идеален газ. Определете изменението ΔU на вътрешната енергия на газа при този процес, ако по време на процеса газът получава от околната среда количество топлина $Q = 36$ J.

а) 12 J
б) 15 J
в) 24 J
г) 48 J



7. В течен азот е потопен електрически нагревател с мощност 200 W. За колко време нагревателят ще изпари 100 g азот? Специфичната топлина на изпарение на азота е $2 \cdot 10^4$ J/kg.

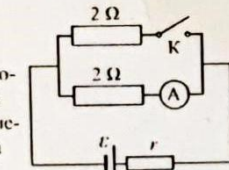
а) 10 s б) 100 s в) 400 s г) 1000 s

8. Изразете единиците за капацитет на кондензатор (F) чрез основните единици в SI.

а) $\frac{A^2 \cdot s^4}{kg \cdot m^2}$ б) $\frac{A \cdot s^4}{kg^2 \cdot m^2}$ в) $\frac{A \cdot s^2}{kg \cdot m^2}$ г) $\frac{A^2 \cdot s^4}{kg^2 \cdot m^2}$

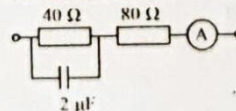
9. Когато ключът К е отворен, амперметърът измерва ток I . При затворен ключ токът през амперметъра е 0,7I. Колко е вътрешното съпротивление r на батерията? Съпротивлението на амперметъра се пренебрегва.

а) 1,5 Ω б) 1 Ω в) 0,5 Ω г) 2 Ω



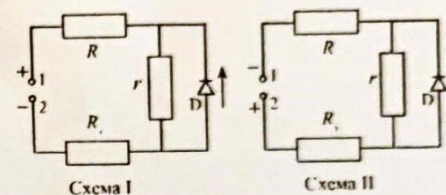
10. На схемата е показана част от електрическа верига. Амперметърът измерва постоянен ток 0,25 A. Колко е зарядът на кондензатора?

а) 0,2 μC
б) 20 μC
в) 200 μC
г) 400 μC



Задача II. Електронен ключ.

Три резистора със съпротивления $R = 2 \Omega$, $r = 6 \Omega$ и R_1 са свързани, както е показано на схемите. Между точките 1 и 2 се подава постоянно напрежение U . Успоредно на резистора със съпротивление r е свързан електронен ключ D – полупроводников диод, който пропуска ток само в една посока (отбелязана с външна стрелка на схемите). В този случай съпротивлението на диода се пренебрежимо малко.



а) При коя от двете полярности на приложеното напрежение електронният ключ е отворен, а при коя затворен? Проследете (качествено) пътя на тока в двете вериги. (2 точки)

б) Занижете формули за токовете I_1 и I_2 в двете вериги (при различна полярност на приложеното напрежение U). (1 точка)

в) При каква стойност на неизвестното съпротивление R_1 токът в едната верига е с 20 % по-голям от тока в другата верига? (2 точки)

г) При каква стойност на съпротивлението R_1 общата мощност (сумата от мощностите) на тока през резисторите със съпротивления R и r не зависи от полярността на приложеното между точките 1 и 2 напрежение? (5 точки)



Два джокера към задача III

1. Потенциал на електростатичното поле на точков заряд:

$$\phi = \frac{kq}{r}, \text{ където } k = 9 \cdot 10^9 \text{ V} \cdot \text{m/C}.$$

2. Съгласно принципа на суперпозицията потенциалът във всяка точка от повърхността и от обема на кълбото е сума от потенциалите на полетата на точковия заряд Q и на индуцирания върху кълбото заряд q . (Влиянието на зарядите от земната повърхност и съединяващия проводник се пренебрегва.)

Задача III. Електростатично поле.

Част 1. Положителен точков заряд Q създава електростатично поле.

а) Направете чертеж, на който представите четири силовни линии на това поле и две екипотенциални повърхности. (1 точка)

б) Нека точка А е разположена на разстояние r от точковия заряд, а точка В – на разстояние $2r$ от заряда. Определете работата на електричните сили за пренасяне на положителен пробен заряд q_0 от точка А в точка В. (2 точки)

Част 2. Тънък пръстен с радиус R е зареден с положителен заряд Q . Пръстенът е закрепен неподвижно. В центърът му е поставена пращинка с маса m и положителен заряд q_0 . В началния момент частицата е в покой. Това равновесие обаче е неустойчиво и пращинката започва да се отдалечава от пръстена.

а) Определете скоростта v на пращинката, когато тя се отдалечи на много голямо разстояние от пръстена. (3 точки)

б) Пресметнете числената стойност на скоростта v на пращинката, ако $R = 1$ cm, $Q = 0,5 \mu C$, $q_0 = 2$ pC и $m = 0,2$ mg. (0,5 точки)

Опитът се извършва във вакуум. Силата на тежестта не се отчита.

Част 3. Положителен точков заряд Q се доближава на разстояние $r = 3R$ от центъра на метално кълбо с радиус R , което е свързано със земята чрез дълъг, тънък проводник. Потенциалът на земната повърхност се приема за нула.

а) Как се разпределя индуцираният върху кълбото електричен заряд q ? Обосновете отговора си. (1,5 точки)

б) Определете знака и големината на заряд q на кълбото. (2 точки)

Решения и указания към темата за 9. клас

Задача I. Всеки верен отговор на тестовите задачи се оценява с 1 точка.

Задача	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Верен отговор	г	г	в	в	а	в	б	а	а	б

Задача II. а) На схема I електронният ключ е отворен. (Диодът е свързан в обратна посока и през него не тече ток.) Токът пресичава през резистора със съпротивление r 1 точка

На схема II електронният ключ е затворен. Диодът е свързан в права посока. Целият ток пресичава през диода. Той дава резистора със съпротивление r „накъсо“..... 1 точка

б) При схема I (отворен ключ) токът във веригата е $I_1 = \frac{U}{R+r+R_1}$ 0,5 точки

При другата полярност на приложеното напрежение (схема II - затворен ключ) токът във веригата е $I_{II} = \frac{U}{R+R_1}$ 0,5 точки

в) Токът във втората верига (затворен ключ) винаги е по-голям. В случая $I_{II} = 1,2I_1$ или

$$\frac{U}{R+R_1} = \frac{1,2U}{R+r+R_1} \dots\dots\dots 1 \text{ точка}$$

откъдето получаваме

$$R_1 = 28 \, \Omega \dots\dots\dots 1 \text{ точка}$$

г) За схема I общата мощност на тока през резисторите със съпротивления R и r е

$$P_1 = \frac{(R+r)U^2}{(R+r+R_1)^2} \dots\dots\dots 1 \text{ точка}$$

$$\text{За схема II } P_{II} = \frac{RU^2}{(R+R_1)^2} \dots\dots\dots 1 \text{ точка}$$

Приравняваме десните страни на двете равенства и след съответните алгебрични преобразувания получаваме

$$R_1 = \sqrt{R(R+r)} - 4 \, \Omega \dots\dots\dots 3 \text{ точки}$$

Задача III. Част I.



а) За силовите линии..... 0,5 точки
За еквипотенциалните повърхности..... 0,5 точки

б) Потенциалите на полето в двете точки са:

$$\varphi_1 = \frac{kQ}{r} \dots\dots\dots 0,5 \text{ точки}$$

$$\varphi_2 = \frac{kQ}{2r} \dots\dots\dots 0,5 \text{ точки}$$

Работата на електростатичните сили е

$$A = q_0\varphi_1 - q_0\varphi_2 = \frac{kq_0Q}{2r} \dots\dots\dots 1 \text{ точка}$$

Част 2. а) Всички заряди на пръстена се намират на разстояние R от центъра на пръстена. Следователно потенциалът на електричното поле в центъра на пръстена е

$$\varphi = \frac{kQ}{R} \dots\dots\dots 0,5 \text{ точки}$$

Когато се намира в центъра на пръстена, заредената прашичка има електрична потенциална енергия

$$W = q_0\varphi = \frac{kq_0Q}{R} \dots\dots\dots 1 \text{ точка}$$

На разстояния $r \gg R$ електричното поле на пръстена е като полето на точков заряд Q , т.е. потенциалът на полето на пръстена клони към нула на много големи разстояния от неговия център. От закона за запазване на енергията следва равенството

$$\frac{kq_0Q}{R} = \frac{mv^2}{2} \dots\dots\dots 1 \text{ точка}$$

откъдето определяме скоростта на прашичката

$$v = \sqrt{\frac{2kq_0Q}{mR}} \dots\dots\dots 0,5 \text{ точки}$$

$$\text{б) } v = 3 \text{ m/s} \dots\dots\dots 0,5 \text{ точки}$$

Част 3. а) Потенциалът във всички точки от повърхността е същият, а на разстояние r от центъра на кълбото е нула..... 0,5 точки

Индукцираните върху кълбото заряди се разполагат само върху неговата повърхност..... 0,5 точки

Разпределението на зарядите върху повърхността на кълбото е неравномерно: те трябва да се разпределят по такъв начин, че съгласно принципа на суперпозицията точното електрично поле вътре в кълбото да компенсира напълно полето на точковия заряд Q (полето вътре в металното кълбо е нула)..... 0,5 точки

б) Всички индуцирани заряди се намират на едно и също разстояние R от центъра на кълбото. Следователно в центъра на кълбото потенциалът на електростатичното поле, което те създават, е

$$\frac{kq}{R} \dots\dots\dots 0,5 \text{ точки}$$

Съгласно принципа на суперпозицията потенциалът в центъра на кълбото е

$$\varphi = \frac{kQ}{3R} + \frac{kq}{R} = 0 \dots\dots\dots 0,5 \text{ точки}$$

откъдето определяме индуцирания върху кълбото заряд

$$q = -\frac{Q}{3} \dots\dots\dots 0,5 \text{ точки}$$

Знакът „минус“ показва, че индуцираният заряд е отрицателен..... 0,5 точки