

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА

ДЪРЖАВЕН ЗРЕЛОСТЕН ИЗПИТ ПО

ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ

20 май 2022 г.

ПРОФИЛИРАНА ПОДГОТОВКА

ВАРИАНТ 1

ЧАСТ 1 (Време за работа - 90 минути)

Отговорите на задачите от 1. до 30. вкл. отбелязвайте в листа за отговори - първа част!

1. Коя от следните величини е скаларна?

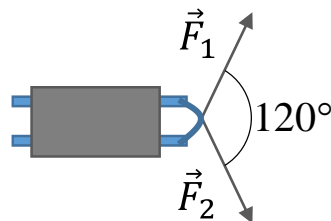
- А) скорост
- Б) сила
- В) импулс
- Г) мощност

2. Компонентите на преместването на материална точка спрямо правоъгълна координатна система са съответно  $\Delta x = 3 \text{ m}$  и  $\Delta y = -4 \text{ m}$ . Колко е големината  $\Delta r$  на вектора на преместването на материалната точка?

- А) 7 m
- Б) 5 m
- В) 1 m
- Г) -1 m

3. Две деца теглят шейна, като я дърпат с еднакви по големина сили  $F_1 = F_2 = 100 \text{ N}$ , под ъгъл  $120^\circ$  една спрямо друга, както е показано на фигурата? Колко е големината  $F$  на равнодействащата на двете сили?

- А) 0 N
- Б) 50 N
- В) 100 N
- Г) 200 N

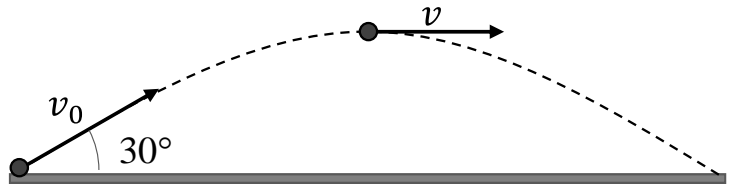


4. Към тяло, намиращо се първоначално в покой, е приложена постоянна сила с големина  $F = 30 \text{ N}$  в продължение на интервал от време  $\Delta t = 4 \text{ s}$ . С колко се променя импулсът на тялото, докато му действа силата?

- A) 120 kg.m/s
- Б) 150 kg.m/s
- В) 300 kg.m/s
- Г) 600 kg.m/s

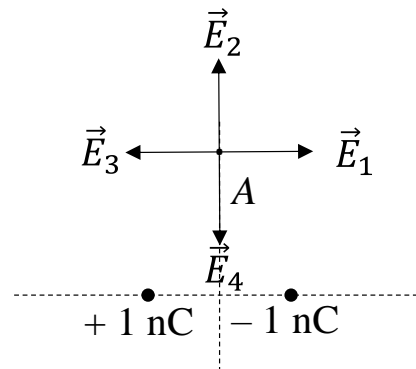
5. Топка за тенис е изстреляна от земната повърхност с начална скорост  $v_0$  под ъгъл  $30^\circ$  спрямо хоризонта, както е показано на фигурата. Колко е скоростта  $v$  на топката в най-високата точка от нейната траектория? Силата на съпротивление на въздуха се пренебрегва.

- A)  $v_0$
- Б)  $v_0\sqrt{3}/2$
- В)  $v_0\sqrt{2}/2$
- Г)  $v_0/2$

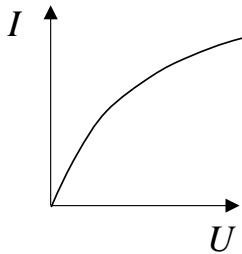


6. Точка  $A$  се намира на еднакво разстояние от два равни по големина и противоположни по знак точкови заряда, както е показано на фигурата. Кой от четирите вектора изобразява посоката на интензитета на електричното поле в т.  $A$ ?

- A)  $\vec{E}_1$
- Б)  $\vec{E}_2$
- В)  $\vec{E}_3$
- Г)  $\vec{E}_4$



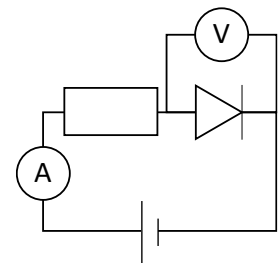
7. На графиката е показана зависимостта на тока  $I$  от напрежението  $U$  за лампа с нажежаема волфрамова жичка. Какъв извод може да бъде направен от графиката?



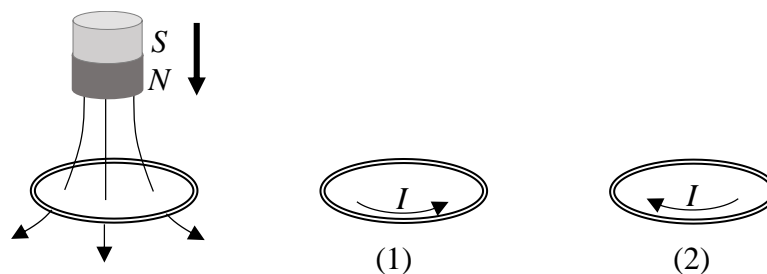
- А) Законът на Ом **НЕ** е валиден за волфрама.
- Б) Съпротивлението на волфрама намалява с повишаване на температурата.
- В) Съпротивлението на волфрама се увеличава с повишаване на температурата.
- Г) Волфрамот е полупроводник със собствена проводимост.

8. На схемата е изобразена електрическа верига, състояща се от идеален диод, резистор със съпротивление  $R = 100 \Omega$ , източник с пренебрежимо малко вътрешно съпротивление и с електродвижещо напрежение  $\mathcal{E} = 12 \text{ V}$ , както и два идеални измерителни уреда. Колко са показанията  $I$  и  $U$  съответно на амперметъра и на волтметъра?

- А)  $I = 120 \text{ mA}$ ;  $U = 12 \text{ V}$
- Б)  $I = 120 \text{ mA}$ ;  $U = 0 \text{ V}$
- В)  $I = 0 \text{ mA}$ ;  $U = 12 \text{ V}$
- Г)  $I = 0 \text{ mA}$ ;  $U = 0 \text{ V}$



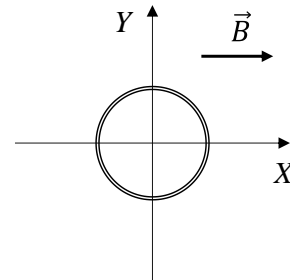
9. На фигурата вляво е илюстриран един от опитите на Фарадей. Постоянен магнит с полюси  $N$  и  $S$  се доближава към метален пръстен. На коя от номерираните фигури правилно е означена посоката на индуцирания в пръстена ток  $I$ ?



- А) на фигура 1
- Б) на фигура 2
- В) в пръстена се индуцира променлив ток
- Г) в пръстена не се индуцира ток

10. Метален пръстен лежи в равнината  $XU$ . Пръстенът се намира в еднородно магнитно поле с индукция  $\vec{B}$ , успоредна на оста  $X$ , както е показано на фигурата. При кое от изброените движения в пръстена се индуцира електродвижещо напрежение?

- А) преместване по оста  $X$
- Б) преместване по оста  $Y$
- В) завъртане около оста  $X$
- Г) завъртане около оста  $Y$



11. На какво се дължат цветните пръстени, които се наблюдават при осветяване на сапунен мехур с бяла светлина?

- А) дисперсия на светлината, пречупена през сапунената ципа
- Б) различното поглъщане на светлина с различна дължина на вълната от сапунения разтвор
- В) оптична заблуда, дължаща се на дифракция на светлината, минала през зеницата на окото
- Г) интерференция между светлинните вълни, отразени от външната и вътрешната повърхност на сапунената ципа

12. Точков източник на светлина се намира на разстояние  $a = 10$  cm от събирателна леща с фокусно разстояние  $f = 20$  cm. Характеризирайте образа на източника.

- А) действителен, обрънат, уголемен
- Б) действителен, прав, умален
- В) недействителен, прав, уголемен
- Г) недействителен, обрънат, умален

13. Кой параметър определя максималната разделителната способност на оптичен микроскоп?

- А) дължината на светлинната вълна
- Б) фокусното разстояние на обектива
- В) фокусното разстояние на окуляра
- Г) разстоянието между обектива и окуляра

**14. Коя комбинация от основни единици в системата SI съответства на единицата ват (W)?**

- А) kg.m/s
- Б) kg.m/s<sup>2</sup>
- В) kg.m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup>
- Г) kg.m<sup>2</sup>/s<sup>3</sup>

**15. Какво се нарича обхват на измерителен уред със скала?**

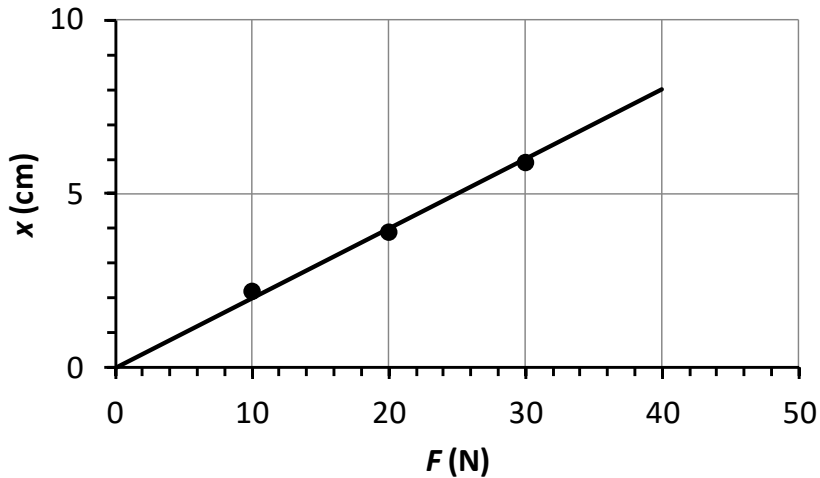
- А) най-малката стойност на величината, която може да бъде измерена с уреда
- Б) най-голямата стойност на величината, която може да бъде измерена с уреда
- В) стойността на величината, съответстваща на едно скално деление на уреда
- Г) броят на скалните деления на уреда

**16. На снимката е показан универсален измерителен уред (мултицет). Какъв вид измерване може да бъде направено при показаното положение на предключвателя на уреда?**



- А) на постоянно напрежение
- Б) на постоянен ток
- В) на променливо напрежение
- Г) на съпротивление

17. На графиката са показани резултатите от три измервания на деформацията  $x$  на пружина под действие на сила  $F$  и построена по експерименталните данни права линия. Колко е измерената стойност на коефициента  $k$  на еластичност на пружината?



- A) 0,002 N/m
- Б) 0,2 N/m
- В) 5 N/m
- Г) 500 N/m

18. С помощта на милиметрова линейка е измерена страната на квадратна пластинка:  $a = 2,0$  cm. С каква абсолютна грешка  $\Delta S$  може да бъде определена площта на пластинката? Работете с грешка при измерването равна на половината от стойността на най-малкото деление.

- A) 0,05 cm<sup>2</sup>
- Б) 0,1 cm<sup>2</sup>
- В) 0,2 cm<sup>2</sup>
- Г) 0,4 cm<sup>2</sup>

19. В съд се намират еднакви маси водород ( $H_2$ ) и хелий (He). Моларната маса на водорода е  $\mu_{H_2} = 2$  g/mol, а на хелия -  $\mu_{He} = 4$  g/mol. Кой от двата газа има по-голямо парциално налягане?

- A) водородът
- Б) хелият
- В) парциалното налягане на двата газа е еднакво
- Г) не може да се определи въз основа на данните от условието

20. Кое от следните съотношения изразява II принцип на термодинамиката?

- А)  $A_{\text{газ}} = p\Delta V$
- Б)  $\Delta S \geq 0$
- В)  $C_V = 3/2 R$
- Г)  $\Delta U = A_{\text{вън}} + Q$

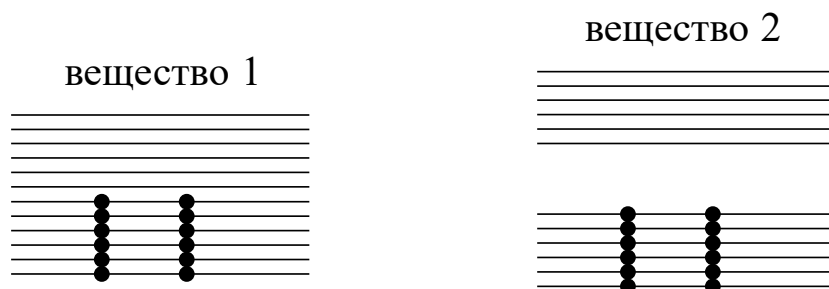
21. Времето на живот на елементарна частица в състояние на покой е  $\Delta t_0 = 3 \text{ s}$ . Колко е времето на живот на същата частица, ако тя се движи със скорост  $v = 0,8c$ ?

- А) 1,8 s
- Б) 2,4 s
- В) 3,0 s
- Г) 5,0 s

22. При преход на електрона между кои нива на водородния атом се излъчва инфрачервено лъчение?

- А) от 2 към 1
- Б) от 3 към 2
- В) от 4 към 3
- Г) от 4 към 2

23. На илюстрацията схематично е показано запълването на енергетичните зони на две вещества с електрони. Кое от веществата е метал?



- А) веществото 1
- Б) веществото 2
- В) и двете вещества
- Г) нито едно от веществата

**24. В циклотрона заредените частици се ускоряват поради:**

- А) променливо магнитно поле
- Б) постоянно магнитно поле
- В) променливо електрично поле
- Г) постоянно електрично поле

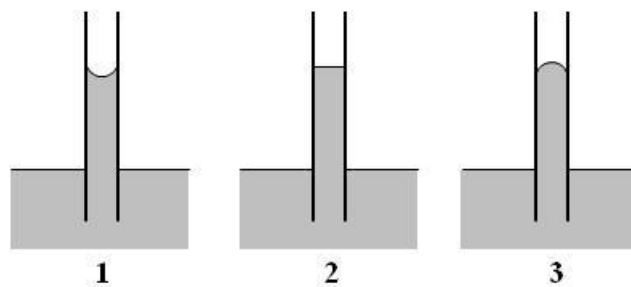
**25. В кои от следните приложения НЕ се използват свръхпроводници?**

- А) магнитна левитация
- Б) пренасяне на електроенергия без топлинни загуби
- В) електромагнити за силни магнитни полета
- Г) енергоспестяващо осветление

**26. Как се определя разстоянието до най-близките до Земята звезди?**

- А) по червеното отместване на спектралните им линии
- Б) посредством измерване на годишните им паралакси
- В) чрез радар
- Г) по времето на разпространение на лазерни импулси

**27. На коя фигура правилно е означена формата на свободната повърхност на течността в капилярната тръбичка?**



- А) фигура 1
- Б) фигура 2
- В) фигура 3
- Г) на нито една от фигурите



**28. За да се намалят загубите на топлина от дома, двойните прозорци понякога се запълват с газ, чиито атоми или молекули имат по-малка скорост на топлинно движение, отколкото молекулите на въздуха. Кой от следните газове има такова свойство?**

- А) азот
- Б) аргон
- В) водород
- Г) хелий

**29. На опаковката на светодиодна (LED) лампа е записано „2500 К“. Какво означава този надпис?**

- А) *p-n*-преходът в светодиода е загрят до температура 2500 К.
- Б) Лампата консумира електрична мощност, колкото лампа с волфрамова жичка, загрята до температура 2500 К.
- В) Лампата излъчва светлинен поток, колкото лампа с волфрамова жичка, загрята до температура 2500 К.
- Г) Лампата излъчва светлина с цвят, подобен на цвета на тяло, загрято до температура 2500 К.

**30. При кой метод за получаване на електроенергия в атмосферата НЕ се отделят въглеродни емисии?**

- А) при изгаряне на битови отпадъци
- Б) във въглишните топлоелектрически централи
- В) в атомните електроцентрали
- Г) в топлоелектрическите централи, използващи природен газ

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА

ДЪРЖАВЕН ЗРЕЛОСТЕН ИЗПИТ ПО

ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ

20 май 2022 г.

ПРОФИЛИРАНА ПОДГОТОВКА

ВАРИАНТ 1

ЧАСТ 2 (Време за работа - 150 минути)

Отговорите на задачите от 31. до 40. вкл. отбелязвайте в листа за отговори - втора част!

31. Автомобил се движи с постоянна по големина скорост  $v = 10 \text{ m/s}$  по завой с форма на дъга от окръжност с радиус  $R = 50 \text{ m}$ . Разглеждайте автомобила като материална точка.

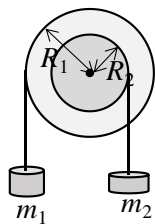
а) Изобразете на чертеж траекторията на автомобила и векторите  $\vec{v}$  и  $\vec{a}$  съответно на моментната му скорост и на ускорението.

б) Определете големината  $a$  на ускорението на автомобила.

32. Радиусът на Луната е  $R = 1740 \text{ km}$ , а ускорението на свободно падане на повърхността ѝ е  $g = 1,6 \text{ m/s}^2$ . Гравитационната константа е  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$ .

Получете израз за масата  $M$  на Луната чрез дадените величини и пресметнете числената ѝ стойност.

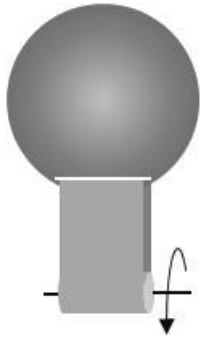
33. Две макари с радиус  $R_1 = 10 \text{ cm}$  и  $R_2 = 6 \text{ cm}$  съответно са закрепени към обща хоризонтална ос, която може да се върти без триене. На нишка, навита около макарата 1, е окачено тяло с маса  $m_1 = 12 \text{ kg}$ . Тяло с каква маса  $m_2$  трябва да бъде окачено на макарата 2 така, че системата да бъде в равновесие?



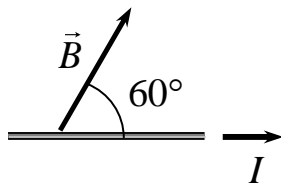
34. Пружинно махало трепти хармонично с период  $T = 0,314 \text{ s}$  и с амплитуда  $A = 0,020 \text{ m}$ . Намерете скоростта  $v_0$ , с която махалото минава през равновесното си положение.

35. На фигурата е показана принципна схема на електростатичния генератор на Ван дер Грааф, с чиято помощ може да се демонстрират много явления от електростатиката. Той се състои от метална сфера с радиус  $R = 20$  cm, която се зарежда посредством триене с гумена лента, задвижвана от въртящ се барабан.

До какъв максимален потенциал  $\varphi$  може да бъде заредена сферата, без във въздуха около нея да прескачат искри? Полето на електричен пробив на въздуха е  $E = 3,0 \cdot 10^6$  V/m.



36. По праволинеен проводник с дължина  $\ell = 15$  cm тече ток  $I = 4$  A в показаната на чертежа посока. Проводникът се намира в еднородно магнитно поле с индукция  $B = 0,58$  T, сключваща ъгъл  $\theta = 60^\circ$  с проводника, както е показано на чертежа.



а) Изобразете на чертеж с подходящ символ или опишете словесно посоката на магнитната сила  $\vec{F}$ , действаща на проводника.

б) Определете големината  $F$  на магнитната сила.

37. Под земята е заровен кабел, по който тече ток  $I = 30$  A. С чувствителен магнитометър е установено, че на земната повърхност над кабела индукцията на магнитното поле е  $B = 2,0 \cdot 10^{-5}$  T. На каква дълбочина е заровен кабелът?

Магнитната константа (проницаемост на вакуума) е  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  T.m/A. Земното магнитно поле не се отчита.

38. В бутилка с обем  $V = 60 \text{ л}$  се намира сгъстен въглероден диоксид ( $\text{CO}_2$ ) при налягане  $p = 1,66 \cdot 10^6 \text{ Pa}$  и температура  $T = 300 \text{ K}$ . Моларната маса на газа е  $\mu = 44 \text{ g/mol}$ . Универсалната газова константа е  $R = 8,31 \text{ J/(mol.K)}$ .

- а) Какво количество вещество се съдържа в бутилката?
- б) Колко е масата на газа в бутилката?

39. Двигател на Карно работи при температура на нагревателя  $t_1 = 100^\circ\text{C}$  и температура на охладителя  $t_2 = 0^\circ\text{C}$ . За един работен цикъл двигателят получава от нагревателя количество топлина  $Q_1 = 500 \text{ J}$ .

- а) Колко е КПД на двигателя?
- б) Каква механична работа  $A_{\text{дв}}$  извършва двигателят за един цикъл?

40. Успореден сноп монохроматична светлина пада перпендикулярно на дифракционна решетка с константа  $d = 1,7 \text{ }\mu\text{m}$ . Максимумът от трети порядък се наблюдава под ъгъл  $\theta = 60^\circ$  спрямо нормалата към решетката. Колко е дължината  $\lambda$  на светлинната вълна, изразена в нанометри?

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА

ДЪРЖАВЕН ЗРЕЛОСТЕН ИЗПИТ ПО

ФИЗИКА И АСТРОНОМИЯ

20 май 2022 г.

ПРОФИЛИРАНА ПОДГОТОВКА

ВАРИАНТ 1

Ключ с верните отговори и критерии за оценяване

Задачи с избираем отговор

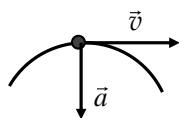
Задача	Верен отговор	Брой точки
1	Г	1
2	Б	1
3	В	1
4	А	1
5	Б	1
6	А	1
7	В	1
8	Б	1
9	А	1
10	Г	1
11	Г	1
12	В	1
13	А	1
14	Г	1
15	Б	1

Задача	Верен отговор	Брой точки
16	А	1
17	Г	1
18	В	1
19	А	1
20	Б	1
21	Г	1
22	В	1
23	А	1
24	В	1
25	Г	1
26	Б	1
27	А	1
28	Б	1
29	Г	1
30	В	1

Задачи с кратък и разширен свободен отговор

31. [ 3 точки ]

а) Примерен чертеж е показан по-долу.



За правилно означени вектори на скоростта и ускорението ..... 1 точка

б) Ускорението е нормално (центростремително):

$$a = \frac{v^2}{R} = \frac{(10 \text{ m/s})^2}{50 \text{ m}} = 2 \text{ m/s}^2$$

Аналитичен израз за ускорението ..... **1 точка**

Числена стойност на ускорението ..... **1 точка**

### 32. [ 3 точки ]

От закона на Нютон за гравитацията:

$$mg = \frac{GMm}{R^2}$$

$$M = \frac{gR^2}{G} = \frac{1,6 \text{ m/s}^2 \cdot (1,74 \cdot 10^6 \text{ m})^2}{6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2} \approx 7,3 \cdot 10^{22} \text{ kg}$$

За прилагане на закона за гравитацията ..... **1 точка**

За аналитичен израз за масата ..... **1 точка**

За числена стойност ..... **1 точка**

### 33. [ 3 точки ]

За да бъде системата в равновесие, въртящите моменти, приложени към двете макари, трябва да се уравновесяват:

$$m_1 g R_1 = m_2 g R_2$$

$$m_2 = \frac{m_1 R_1}{R_2} = 20 \text{ kg}$$

Условие за равновесие ..... **1 точка**

Аналитичен израз за  $m_2$  ..... **1 точка**

Числена стойност за  $m_2$  ..... **1 точка**

**34. [ 3 точки ]**

Възможни са два метода на решение – кинематичен и енергетичен.

**Кинематичен метод**

$$x = A \sin(\omega t)$$

$$v = \omega A \cos(\omega t)$$

Когато  $x = 0$ ,  $\cos(\omega t) = 1$ . Следователно:

$$v_0 = \omega A$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$v_0 = \frac{2\pi A}{T} \approx 0,40 \text{ m/s}$$

Закон за движение ..... **0,5 точки**

Закон за скоростта ..... **0,5 точки**

Връзка между периода и кръговата честота ..... **0,5 точки**

Получаване на израз за  $v_0$  ..... **1 точка**

Числена стойност на  $v_0$  ..... **0,5 точки**

**Енергетичен метод**

$$\frac{kA^2}{2} = \frac{mv_0^2}{2}$$

$$v_0 = A \sqrt{\frac{k}{m}}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$v_0 = \frac{2\pi A}{T} \approx 0,40 \text{ m/s}$$

Закон за запазване на енергията при хармонично трептене ..... **1 точка**

Връзка между  $k$ ,  $m$ , и  $T$  ..... **0,5 точки**

Получаване на крайния израз за  $v_0$  ..... **1 точка**

Числена стойност на  $v_0$  ..... **0,5 точки**

**35. [ 3 точки ]**

Зарядите се разпределят равномерно по повърхността на сферата. Затова полето до повърхността на сферата е еквивалентно на поле на точков заряд  $q$ , намиращ се в нейния център:

$$E = \frac{kq}{R^2}$$

$$\varphi = \frac{kq}{R}$$

$$\varphi = ER = 6,0 \cdot 10^5 \text{ V} = 600 \text{ kV}$$

Израз за интензитета на полето ..... **1 точка**

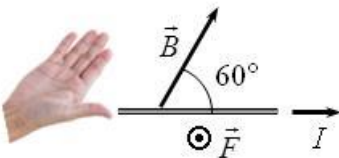
Израз за потенциала на полето ..... **1 точка**

Връзка между потенциала и интензитета на повърхността ..... **0,5 точки**

Числена стойност за потенциала ..... **0,5 точки**

**36. [ 3 точки ]**

а) Като се използва правилото на изпънатите пръсти на дясната ръка, се вижда, че силата  $\vec{F}$  действа от чертежа към нас, както е показано на фигурата със знака  $\odot$ .



б) От закона на Ампер получаваме:

$$F = IB\ell \sin \theta = 4 \text{ A} \cdot 0,58 \text{ T} \cdot 0,15 \text{ m} \cdot \sqrt{3}/2 \approx 0,30 \text{ N}$$

За чертеж с правилно означена посока на силата или за словесно пояснение, че силата е от чертежа навън ..... **1 точка**

За правилно записана формула на Ампер ..... **1 точка**

За правилен числен отговор ..... **1 точка**



**37. [ 3 точки ]**

Дадената точка от земната повърхност се намира на разстояние от кабела  $r = h$ . От закона на Ампер за магнитната индукция на праволинеен проводник следва:

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi h}$$

$$h = \frac{\mu_0 I}{2\pi B} = \frac{2 \cdot 10^{-7} \text{ T} \cdot \text{m/A} \cdot 30 \text{ A}}{2 \cdot 10^{-5} \text{ T}} = 0,3 \text{ m} = 30 \text{ cm}$$

Записан е законът на Ампер ..... **1 точка**

Посочено е, че  $r = h$  ..... **1 точка**

Получена е стойността на  $h$  ..... **1 точка**

**38. [ 3 точки ]**

а) От уравнението на Клапейрон–Менделеев:

$$pV = nRT$$

определяме количеството вещество:

$$n = \frac{pV}{RT} = \frac{1,66 \cdot 10^6 \text{ Pa} \cdot 0,06 \text{ m}^3}{8,31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \cdot 300 \text{ K}} \approx 40 \text{ mol}$$

б) Масата на газа е:

$$m = n\mu = 40 \text{ mol} \cdot 0,044 \text{ kg/mol} = 1,76 \text{ kg}$$

Записано е уравнението на Клапейрон–Менделеев ..... **1 точка**

Пресметнат е броят молове ..... **1 точка**

Пресметната е масата ..... **1 точка**

**39. [ 3 точки ]**

а) Абсолютната температура, съответно на нагревателя и на хладилника, е:

$$T_1 = 373 \text{ K и } T_2 = 273 \text{ K}$$

КПД на двигателя е:

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} \approx 0,27$$

б) От определението за КПД следва:

$$A_{\text{дв}} = \eta Q_1 \approx 134 \text{ J}$$

За превръщане на Целзиевата температура в абсолютна температура ..... **1 точка**

За пресмятане на КПД ..... **1 точка**

За определяне на извършената работа ..... **1 точка**

**40. [ 3 точки ]**

От уравнението на дифракционната решетка:

$$d \sin \theta = k\lambda$$

В случая  $k = 3$ , затова получаваме:

$$\lambda = \frac{d \sin \theta}{3} = \frac{1700 \text{ nm} \cdot \sqrt{3}}{3 \cdot 2} \approx 491 \text{ nm}$$

Записано е уравнението на дифракционната решетка ..... **1 точка**

Посочено е, че  $k = 3$  ..... **1 точка**

Получена е стойност за  $\lambda$  ..... **1 точка**

**До верни решения на задачите може да се достигне, като се използва различен подход. Признават се и всички други верни решения.**

**Максималният общ брой точки за целия тест е 60. Всеки индивидуален резултат, като брой точки ( $x$ ) от изпита се определя по формулата  $x = \frac{y}{60} 100$ , с точност до цяло число, където  $y$  е реалният брой точки от теста.**