

本试卷共8页，100分。考试时长90分钟。考生务必将答案答在答题卡上，在试卷上作答无效。考试结束后，将本试卷和答题卡一并交回。

第一部分

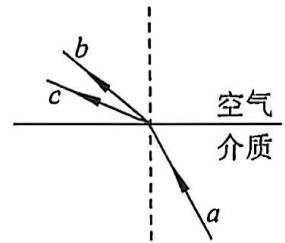
本部分共 14 题，每题 3 分，共 42 分。在每题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

1. 在 α 粒子散射实验中，有少数 α 粒子发生了大角度的偏转，其原因是

- A. 原子中存在带负电的电子
- B. 正电荷在原子内是均匀分布的
- C. 原子只能处在一系列不连续的能量状态中
- D. 占原子质量绝大部分的带正电的物质集中在很小的空间范围

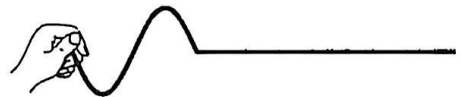
2. 在如图所示的平面内，光束 a 从介质斜射向空气，出射光为 b 、 c 两束单色光。关于 b 、 c 两束单色光，下列说法正确的是

- A. 介质对 b 光的折射率较大
- B. 在介质中， b 光的传播速度较大
- C. 发生全反射时， b 光的临界角较小
- D. 若两束光都能使某种金属发生光电效应，则 b 光产生光电子的最大初动能较大



3. 如图所示，手握住软绳的一端上下振动，产生沿绳传播的机械波，若增大手的振动频率，则该波

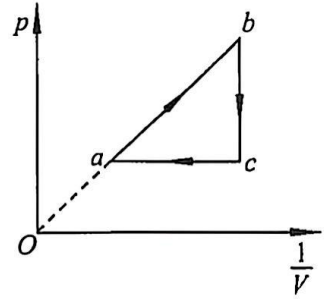
- A. 波速不变
- B. 波速增大
- C. 波长不变
- D. 波长增大



4. 一辆做匀减速直线运动的汽车，依次经过 a 、 b 、 c 三点。已知汽车在 ab 间与 bc 间的运动时间均为 1 s ， ab 段的平均速度是 10 m/s ， bc 段的平均速度是 5 m/s ，则汽车做匀减速运动的加速度大小为

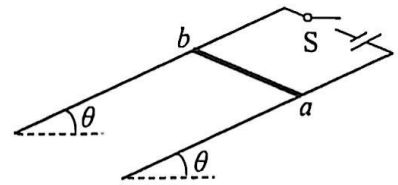
- A. 2.5 m/s^2
- B. 5 m/s^2
- C. 7.5 m/s^2
- D. 10 m/s^2

5. 如图所示，一定质量的理想气体从状态 a 开始，沿图示路径经状态 b 、 c 再回到状态 a ，其中，图线 bc 平行于纵轴、图线 ac 平行于横轴。下列说法正确的是



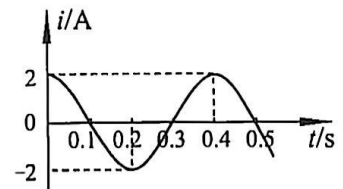
- A. 从 a 到 b ，气体对外界做功
- B. 从 b 到 c ，气体温度保持不变
- C. 从 c 到 a ，气体内能减小
- D. 从 c 到 a ，气体从外界吸热

6. 如图所示，导体棒 ab 置于倾角为 θ 的粗糙导轨上且与导轨垂直，整个装置处于匀强磁场中，磁场方向垂直于导体棒。闭合开关 S ，导体棒处于静止状态。下列磁场方向中，使导体棒与导轨之间一定存在静摩擦力的是



- A. 竖直向上
- B. 水平向左
- C. 垂直于导轨平面向上
- D. 垂直于导轨平面向下

7. 将阻值为 $50\ \Omega$ 的电阻接在正弦式交流电源上，通过电阻的电流 i 随时间 t 变化的图像如图所示。下列说法正确的是

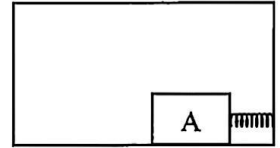


- A. 交变电流在一个周期内电流方向改变一次
- B. 交变电流的表达式为 $i = 2\cos(10\pi t)$ A
- C. 电阻消耗的电功率为 $100\ \text{W}$
- D. 电阻两端的电压峰值为 $50\sqrt{2}\ \text{V}$

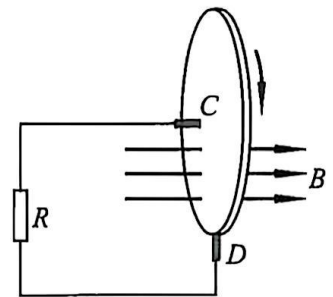
8. 某小组尝试用不同方法测量一节干电池的电动势和内阻，他们设计了四种实验方案，分别用到如下器材组合，其中无法达成实验目的的是

- A. 一个电流表和多个定值电阻
- B. 一个电压表和多个定值电阻
- C. 两个电流表和一个滑动变阻器
- D. 一个电流表、一个电压表和一个滑动变阻器

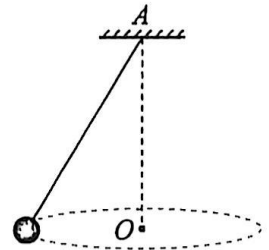
9. 如图所示，放在木箱内的物块 A，其右端通过一根处于压缩状态的水平轻弹簧与木箱连接。木箱与物块 A 做匀速直线运动且保持相对静止。若发现物块 A 突然相对木箱底面向左移动，则木箱可能



- A. 突然向下加速运动
 B. 突然向下减速运动
 C. 突然向左加速运动
 D. 突然向右减速运动
10. 如图所示，铜质圆盘安装在水平铜轴上，圆盘位于两磁极之间。两磁极产生的磁场区域面积小于圆盘面积，磁场方向与圆盘平面垂直。两铜片 C、D 分别与转动轴和圆盘的边缘接触。不计接触点的摩擦力和空气阻力。在外力作用下圆盘以恒定的角速度转动。下列说法正确的是

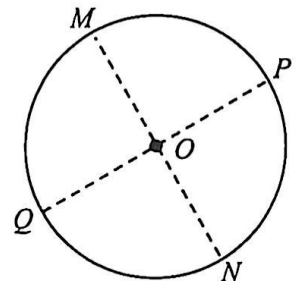


- A. 因圆盘无磁通量变化，故电阻 R 中无电流通过
 B. 铜片 C 的电势高于铜片 D 的电势
 C. 若撤去外力，则圆盘会逐渐停止转动
 D. 若使圆盘反向转动，电阻 R 中的电流方向不变
11. 某同学用如图所示的实验装置测量当地的重力加速度。不可伸长的轻绳一端固定于 A 点，另一端系一小球，使其在水平面内绕 O 点做匀速圆周运动，已测出小球转过 n 圈所用的时间 t_0 。下列说法正确的是



- A. 为达成实验目的，仅需再测量小球做圆周运动的半径
 B. 为达成实验目的，仅需再测量轻绳的绳长
 C. 为达成实验目的，仅需再测量 A 点到 O 点的竖直高度
 D. 若误将 $n-1$ 圈记作 n 圈，则重力加速度的测量值偏小

12. 如图所示，实线是竖直面内以 O 点为圆心的圆，MN 和 PQ 是圆的两条相互垂直的直径，在竖直面内存在由 Q 点指向 P 点的匀强电场。从 O 点在竖直面内向各个方向以大小相同的初速度发射电荷量和质量完全相同的带正电小球，通过圆上各点的小球中，经过 N 点的小球速度最大。不计空气阻力及小球间的相互作用。下列说法正确的是



- A. 沿 OP 方向发射的小球可以沿 OP 方向做直线运动
 B. 沿 ON 方向发射的小球不会沿 ON 方向做直线运动
 C. 通过圆上 P、Q 两点的小球机械能相等
 D. 通过圆上 M、N 两点的小球机械能相等

13. 如图 1 所示，“冰坑挑战”需要挑战者先进入一个坡面与水平面夹角为 θ 、半径为 R 的倒圆锥型冰坑，然后尝试从其中离开。

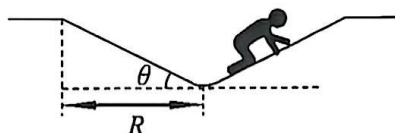
方式甲 —— 挑战者沿着如图 2 甲所示坡面向上走或爬的方式，很难离开冰坑，通常还是会滑回坑底。

方式乙 —— 挑战者沿着如图 2 乙所示的螺旋线方式跑动多圈后，最终可以成功离开冰坑。

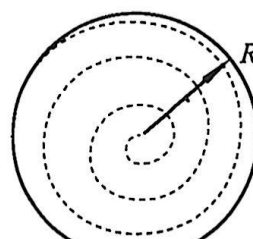
已知挑战者的质量为 m ，其与冰面的动摩擦因数为 μ ，重力加速度为 g 。为了讨论方便，假定滑动摩擦力与最大静摩擦力大小相等；方式乙中人的跑动半径 r 缓慢增大，每一圈的轨迹都可近似为与水平地面平行的圆。下列说法正确的是



图 1



甲 正视图



乙 俯视图

图 2

- A. 在方式甲中，一定满足关系式 $mg \sin \theta < \mu mg \cos \theta$
- B. 在方式甲和方式乙中，挑战者受到的最大静摩擦力大小不同
- C. 在方式乙中，可利用 $mg \tan \theta = m \frac{v^2}{r}$ 求得每圈的最小速度
- D. 在方式乙中，挑战者离开冰坑做的功至少为 $mgR \tan \theta$
14. 对于静止的自由原子，当其从高能级向低能级跃迁发射光子时，原子会因反冲而获得一定的能量，该能量远小于原子两能级之差，所以可认为光子的能量等于两能级之差。对于静止的自由原子核，当其从高能级向低能级跃迁发出高能 γ 射线时，原子核也会因反冲而获得一定的能量。通常情况下，与 γ 射线的能量相比，原子核因反冲而获得的能量不可忽略。若将放射源和吸收源进行冷却，部分原子核被严格束缚在晶体的晶格位置，这些原子核在发射或吸收 γ 射线时，反冲可以被完全抑制。根据以上信息，对于两能级差仅为 E 的原子核，下列说法错误的是
- A. 自由原子核在发射或吸收 γ 射线的过程中，原子核和 γ 射线组成的系统动量守恒
- B. 单个静止的自由原子核发射的 γ 射线的能量一定小于 E
- C. 单个静止的自由原子核吸收的 γ 射线的能量一定大于 E
- D. 单个被严格束缚在晶格位置的原子核吸收的 γ 射线的能量小于 E

第二部分

本部分共 6 题，共 58 分。

15. (8 分)

- (1) 在“用油膜法估测油酸分子的大小”实验中，将体积为 V_1 的纯油酸加入酒精中，制成总体积为 V_2 的油酸酒精溶液，测得 1 滴油酸酒精溶液在水面上形成的油膜面积为 S 。已知 1 滴该油酸酒精溶液的体积为 V_0 ，则油酸分子的直径 $d = \underline{\hspace{2cm}}$ 。(用 V_1 、 V_2 、 V_0 和 S 表示)
- (2) 图 1 是探究加速度与力之间关系的实验装置示意图。两辆相同的小车放在木板上，调节木板的倾斜度，使小车在不受牵引时能沿木板匀速运动。用细线跨过定滑轮各挂一个小盘，盘中放不同的重物，打开夹子，两辆小车同时从静止开始运动，一段时间后合上夹子，两辆小车同时停下来。测出两辆小车的位移大小分别为 x_1 和 x_2 ，则两辆小车的加速度之比 $a_1 : a_2 = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

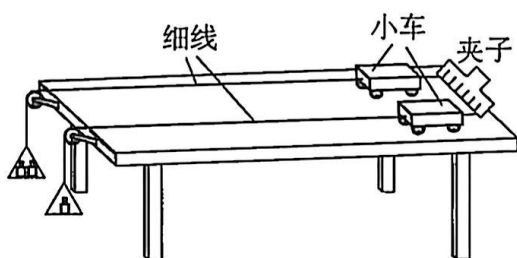


图 1

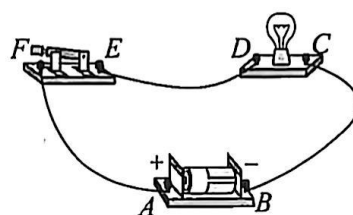


图 2

- (3) 某同学利用如图 2 所示的电路进行实验，闭合开关后，发现灯泡不发光。为查找故障，用多用电表 2.5 V 直流电压挡进行检测。将红表笔与接线柱 A 接触并保持不动，当黑表笔分别接触 B、C 时，示数均为 1.48 V；当黑表笔分别接触 D、E、F 时，示数均为 0。若电路中仅有一处故障，则故障为 。(选填选项前的字母)

- | | |
|-----------|-----------|
| A. BC 间断路 | B. CD 间断路 |
| C. DE 间断路 | D. EF 间断路 |

16. (10 分)

某小组同学用如图 1 所示装置做“验证机械能守恒定律”的实验。

- (1) 实验时甲同学进行了如下操作，其中操作不当的步骤是 。

(选填选项前的字母)

- A. 对体积和形状相同的重物，选择密度大的进行实验
- B. 将打点计时器接到直流电源上
- C. 将接有重物的纸带沿竖直方向穿过打点计时器的限位孔
- D. 先释放纸带，再接通打点计时器电源

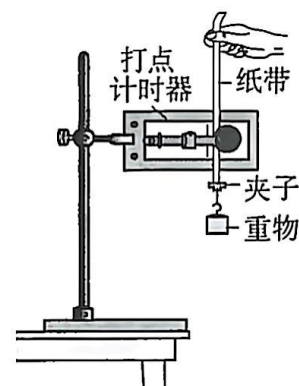


图 1

(2) 实验得到如图 2 所示的一条纸带 (其中一段纸带图中未画出)。选取纸带上清晰的某点记为 O ，再选取三个连续打出的点 A 、 B 、 C ，测出它们到 O 点的距离分别为 h_1 、 h_2 、 h_3 。已知打点计时器所用电源的频率为 50 Hz ，重物质量 $m = 300\text{ g}$ ，当地重力加速度 $g = 9.8\text{ m/s}^2$ 。由此可计算出打点计时器打下 B 点时重物下落的瞬时速度 $v_B = \underline{\hspace{2cm}}\text{ m/s}$ 。从打下 O 点到打下 B 点的过程中，重物的重力势能减少量为 $\underline{\hspace{2cm}}\text{ J}$ 。(结果保留两位有效数字)

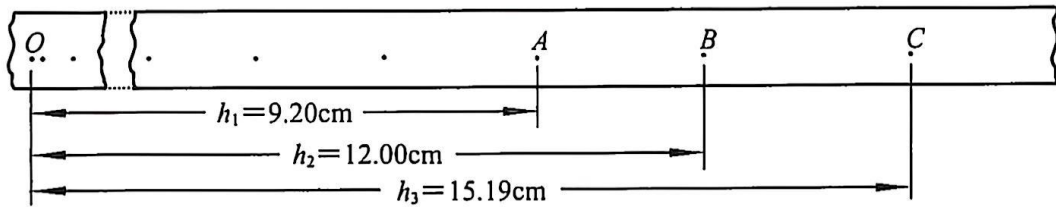


图 2

(3) 乙同学的实验结果显示，重物的重力势能减少量总是小于其动能增加量，最可能的原因是 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。(选填选项前的字母)

- A. 存在空气阻力和摩擦阻力的影响
- B. 将打下 O 点时重物的速度记为 0
- C. 没有采用多次实验取平均值的方法

(4) 丙同学设计了另一种“验证机械能守恒定律”的实验方案，如图 3 所示。他在一个较粗的矿泉水桶侧面开一个小孔，将一细管插入小孔处，水能够从细管中水平射出。该同学仅选用刻度尺作为测量工具，验证桶中液面下降过程中水的机械能守恒。写出需测量的物理量及其应满足的关系。(用所需测量的物理量表示)

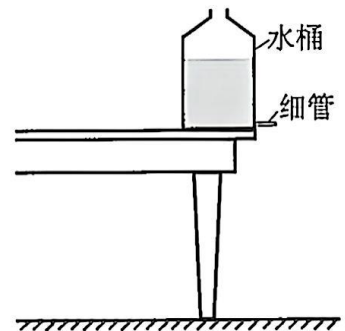
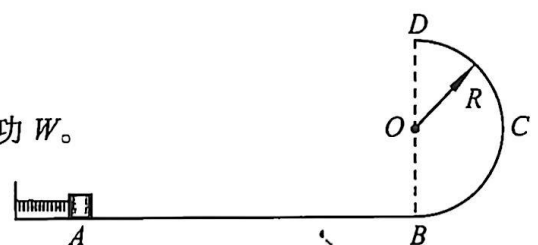


图 3

17. (9分)

如图所示，光滑水平面 AB 与粗糙的竖直半圆轨道 BCD 在 B 点相切，半圆轨道 BCD 的半径 $R = 0.4\text{ m}$ ， D 是半圆轨道的最高点。将一质量 $m = 0.1\text{ kg}$ 的物体 (可视为质点) 向左压缩轻弹簧至 A 点后由静止释放，在弹力作用下物体获得一向右速度，并脱离弹簧在水平面 AB 上做直线运动，其经过 B 点时的速度 $v_B = 5\text{ m/s}$ ，之后物体沿半圆轨道运动，恰好能通过 D 点。取重力加速度 $g = 10\text{ m/s}^2$ 。求：

- (1) 弹簧被压缩至 A 点时的弹性势能 E_p 。
- (2) 物体通过 D 点时的速度大小 v_D 。
- (3) 物体沿半圆轨道 BCD 运动过程中克服阻力所做的功 W 。



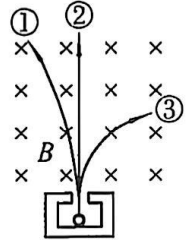
18. (9分)

研究天然放射现象时，把某放射源放入用铅做成的容器中，射线从容器的小孔竖直射出，成为细细的一束。若在射线经过的空间施加磁感应强度大小为 B 、垂直纸面向里的匀强磁场，如图所示，发现射线会分成三束，分别为 α 射线、 β 射线和 γ 射线。研究发现： α 射线是氦原子核， β 射线是电子流， γ 射线是高能电磁波。已知光速大小为 c ，假定 α 粒子的速度大小为 $0.1c$ 、 β 粒子的速度大小为 $0.99c$ 。不计重力和粒子间的相互作用。

(1) 写出图中的①、②、③三束射线分别对应的射线种类。

(2) 再施加一沿水平方向的匀强电场。

- 若①、②两束射线重合，求匀强电场的电场强度大小 E 及方向。
- 请判断①、②、③三束射线是否可以重合。若可以，计算出匀强电场的电场强度大小 E' ；若不可以，请说明理由。



19. (10分)

与磁通量 $\Phi_B = BS$ 类似，在静电场中同样可以建立电通量的概念，若将式中的磁感应强度 B 替换成电场强度 E ，就可以用 $\Phi_E = ES$ 来计算电通量。物理学家发现，穿过任意闭合曲面的电通量，与该曲面内包含的所有电荷量的代数和成正比，且比例系数为常量。已知静电力常量为 k_0 。

(1) 以电荷量为 $+Q$ 的点电荷为球心，以 r 为半径建立球面。求穿过该球面的电通量 Φ_E 。

(2) 二极管是由 P 型半导体和 N 型半导体制成的电子器件，如图 1 所示。由于扩散作用，N 型区的部分自由电子会进入 P 型区，在接触面两侧形成如图 2 所示的净剩电荷分布的示意图（正视图），其中“ \bullet ”代表自由电子（电荷量为 $-e$ ）、“ \circ ”代表空穴（电荷量为 $+e$ ）。电子和空穴在半导体内部所产生的“内建电场”对自由电子的扩散起到了抑制作用，最终空穴和自由电子的分布达到稳定。以两种半导体接触面处为坐标原点，以水平向右为正方向建立 x 坐标轴，坐标轴上标记的 a 、 b 、 c 均为已知量。

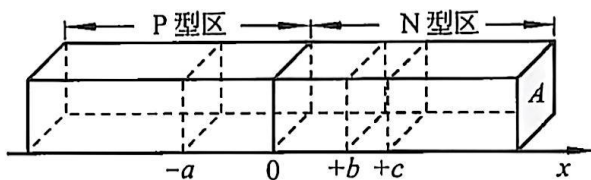


图 1

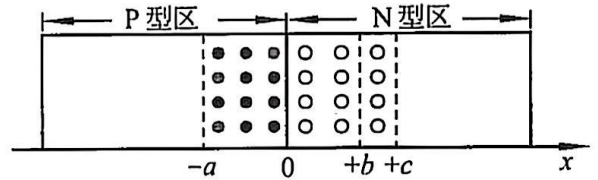


图 2

查阅资料得知：

稳定后，内建电场只分布在 $-a < x < +c$ 的范围内，且沿 x 轴负方向， $x = -a$ 和 $x = +c$ 处内建电场的电场强度为零。净剩电荷在其所在区域都均匀分布。

已知半导体材料的横截面积为 A ，稳定后在 $0 < x < +c$ 范围内单位体积内的净剩电荷数目为 n 。根据上述信息进行分析。

- 分别以 $x = +b$ 和 $x = +c$ 两处的横截面为左、右边界构建一长方体，长方体的六个面构成闭合曲面，求该闭合曲面内净剩电荷的电荷量及 $x = +b$ 处的内建电场的电场强度大小 E_b 。
- 写出 $0 < x < +c$ 范围内，内建电场的电场强度大小 E_x 随位置 x 变化的关系式。
- 若某自由电子能从 $x > +c$ 的 N 型区沿 x 轴负方向穿越内建电场到达 $x < -a$ 的 P 型区。忽略其他因素的影响，求该自由电子的初始动能 E_k 至少为多大。

20. (12分)

科学家根据天文观测提出宇宙膨胀模型：在宇宙大尺度上，所有的宇宙物质在做彼此远离运动，且质量始终均匀分布，在宇宙中所有位置观测的结果都一样。如图 1 所示，以某一点 O 为观测点，以质量为 m 的星系 P 为观测对象，以 P 到 O 点的距离 r 为半径建立球面。已知星系 P 受到的万有引力相当于球内质量集中于 O 点对 P 的引力，质量均匀分布的球壳对壳内质点万有引力的合力为零，引力常量为 G 。

(1) 设星系 P 到 O 点的距离为 r_0 时，宇宙的密度为 ρ_0 。

a. 求此时星系 P 受到的引力大小 F_0 。

b. 请推导宇宙膨胀过程中星系 P 受到的引力大小 $F_{引}$ 随距离 r 变化的关系式。

(2) 根据最新天文观测，科学家推测星系不仅受引力作用，而且受到斥力影响，斥力作用来源于“暗能量”。我们将其简化如下：科学家所说的“暗能量”是一种均匀分布在整个宇宙空间中的能量，它具有恒定的能量密度（单位体积内所含的能量），且不随宇宙的膨胀而变化，暗能量会产生等效的“排斥力”。某同学对此“排斥力”做了如下猜想：其作用效果可视为球面内某种密度均匀且恒为 ρ_1 的“未知物质”产生与万有引力方向相反的排斥力，排斥力的大小与万有引力大小的规律相似，“排斥力常量”为 G' 。请基于上述简化模型和猜想，推导宇宙膨胀过程星系 P 受到的斥力大小 $F_{斥}$ 随距离 r 变化的关系式。

(3) 根据 (1)(2) 中的简化模型和猜想，星系 P 同时受到引力与斥力的作用。

a. 以星系 P 受到斥力的方向为正方向，在图 2 中定性画出合力 F 随距离 r 变化的图线。

b. 若某时测得星系 P 在做远离 O 点的加速度减小的减速运动，推测此后 P 可能的运动情况。

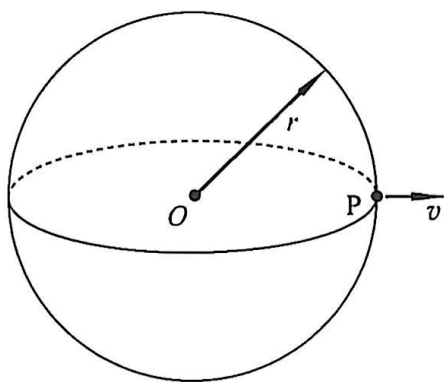


图 1

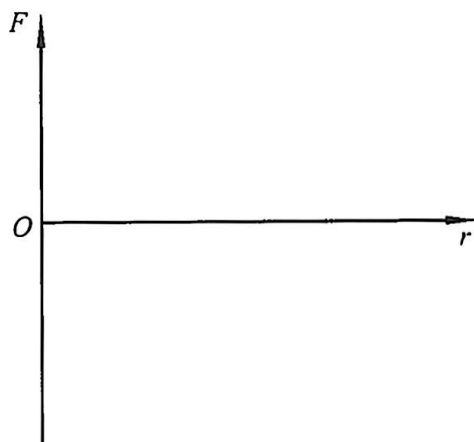


图 2

高三物理

2025.05

第一部分

本部分共 14 题，每题 3 分，共 42 分。在每题列出的四个选项中，选出最符合题目要求的一项。

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
D	B	A	B	D	D	C	C	A	C	C	D	B	D

第二部分

本部分共 6 题，共 58 分。

15. (8 分)

(1) $\frac{V_0 V_1}{S V_2}$

(2) $x_1 : x_2$

(3) B

16. (10 分)

(1) BD

(2) 1.5; 0.35

(3) B

(4) 需要测量物理量：液面到小孔处高度 h_1 ，小孔到地面高度 h_2 ，细管出水口正下方到地面水迹最远距离 x

满足关系： $4h_1 h_2 = x^2$

17. (9 分)

(1) 由能量守恒可知，弹簧弹性势能完全转化为物体的动能

弹性势能 $E_p = \frac{1}{2} m v_B^2$

可得 $E_p = 1.25 \text{ J}$

(2) 物体恰好能通过 D 点

根据牛顿运动定律 $mg = m \frac{v_D^2}{R}$

可得 $v_D = 2 \text{ m/s}$

(3) 由动能定理 $-mg2R - W = \frac{1}{2} m v_D^2 - \frac{1}{2} m v_B^2$

可得 $W = 0.25 \text{ J}$

18. (9分)

(1) ①、②、③三束射线分别对应的是， α 射线、 γ 射线、 β 射线。

(2) a. 设 α 粒子的电荷量为 q_1 。①、②两束射线重合，

$$\text{有} \quad q_1 E = q(0.1c)B$$

$$\text{可得} \quad E = 0.1Bc$$

电场的方向为水平向右

b. 不可以。

设电子电量为 e ，若使③射线与②射线重合，需施加的电场强度为 E' ，

$$\text{有} \quad eE' = e(0.99c)B$$

$$\text{可得} \quad E' = 0.99Bc$$

因为 $E' > E$ ，所以①、②、③三束射线无法重合。

(其他合理方法，也可得分)

19. (10分)

(1) 点电荷在 r 处的电场强度 $E_r = k \frac{Q}{r^2}$

以 r 为半径的球面面积 $S = 4\pi r^2$

由题意可知 $\Phi_E = E_r S$

可得 $\Phi_E = 4\pi kQ$

(2) a. 该空间内净剩电荷的电荷量

$$q = nA(c - b)e$$

以此长方体空间为闭合面，由题意可知，只有左侧面有电场线穿过，根据(1)的结果可知

$$E_b A = 4\pi kq$$

得 $E_b = 4\pi kne(c - b)$

b. 在 $0 < x < +c$ 范围内，可取如答图1所示的某一闭合面，设左侧面的坐标为 x ，

右侧面的坐标为 $x = +c$ 。

该面内包含的所有电荷量的代数和

$$q = nA(c - x)e$$

由(1)的结果可知 $EA = 4\pi kq$

可得在 $0 < x < +c$ 范围内，内建电场的电场强度大小

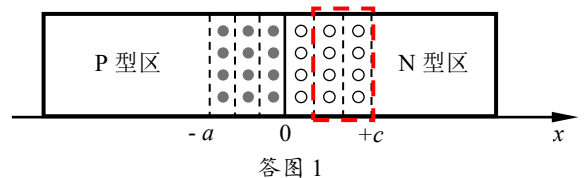
$$E = 4\pi kne(c - x)$$

c. 由(2)b结果可知，在 $0 < x < +c$ 范围内，内建电场的电场强度 E 与 x 为线性关系。同理，在 $-a < x < 0$ 范围内电场强度 E' 与 x 也为线性关系。在 $-a < x < +c$ 范围内 $E - x$ 图线如答图2所示。

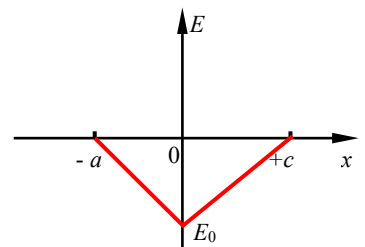
在 $x = 0$ 处的内建电场电场强度大小

$$E_0 = 4\pi k nec$$

内建电场的电势差 U 为该图线与坐标轴所围的面积



答图1



答图2

即
$$U = \frac{E_0}{2}(a+c)$$

由动能定理
$$-eU = 0 - E_k$$

得
$$E_k = 2(a+c)c\pi k n e^2$$

20. (12分)

(1) a. 当 P 到 O 点的距离为 r_0 时,

球体内包含的质量大小
$$M = \frac{4}{3}\rho_0\pi r_0^3$$

星系 P 受到的引力大小
$$F_0 = G\frac{Mm}{r_0^2}$$

联立可得
$$F_0 = \frac{4}{3}G\rho_0\pi m r_0$$

b. 宇宙膨胀过程星系 P 受到的引力 $F_{引}$ 随距离 r 变化的关系

$$F_{引} = G\frac{Mm}{r^2}$$

带入球体内包含的质量大小可得

$$F_{引} = \frac{4}{3}G\rho_0\pi r_0^3 m \frac{1}{r^2}$$

(2) 当 P 到 O 点的距离为 r 时,

球体内包含的“未知物质”质量大小

$$M' = \frac{4}{3}\rho_1\pi r^3$$

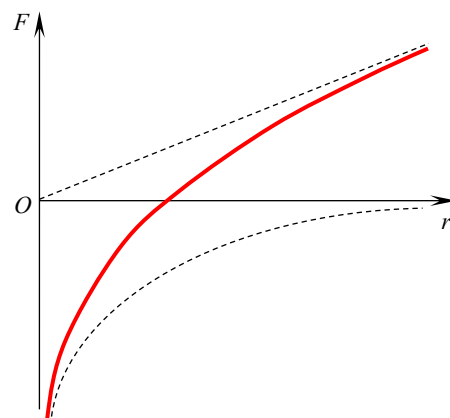
星系 P 受到的斥力大小
$$F_{斥} = G'\frac{M'm}{r^2}$$

联立可得
$$F_{斥} = \frac{4}{3}G'\rho_1\pi m r$$

(3) a. 见答图 3

b. 此后 P 的可能运动情况:

- ① P 在做远离 O 点的加速度增加的加速运动
- ② P 在做靠近 O 点的加速度增加的加速运动
- ③ 静止



答图 3