

高三下学期理综物理

二、选择题：本题共 8 小题，每小题 6 分。在每小题给出的四个选项中，第 14~17 题只有一项符合题目要求，第 18~21 题有多项符合题目要求。全部选对的得 6 分，选对但不全的得 3 分，有选错的得 0 分。

14. 下列说法正确的是 ()

- A. 汤姆孙通过研究阴极射线发现了电子，并提出了原子的“枣糕模型”
- B. 太阳辐射的能量主要来自太阳内部的链式反应
- C. 光电效应中光电子的最大初动能与入射光的频率成正比
- D. ${}^{15}_7\text{N} + {}^1_1\text{H} \rightarrow {}^{12}_6\text{C} + {}^4_2\text{He}$ 是 α 衰变方程

15. 如图所示，C、D 两点分别固定两个点电荷，E 点是 CD 连线外的一个点，已知 E 点是 DE 所在射线上的电势的最低点，则下列判断正确的是 ()



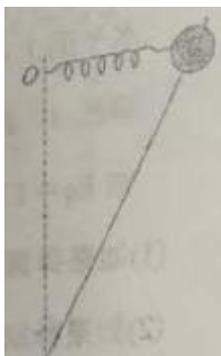
- A. C 位置点电荷带正电，D 位置点电荷带负电
- B. C 位置点电荷的电荷量小于 D 位置点电荷的电荷量
- C. 将正试探电荷从 D 点向右运动过程中，电场力先做正功，后做负功
- D. 将正试探电荷从 D 点向右运动过程中，电势能先增大后减小

16. 有一种测量物体重量的电子秤，其电路原理图如图中的虚线部分所示，主要由三部分构成：踏板、压力传感器 R (实际上是一个阻值可随压力变化的变阻器)、显示体重的仪表 G (实际上是电流表)，不计踏板的质量，已知电流表的量程为 0~2A，内阻为 $R_g = 1\ \Omega$ ，电源电动势为 $E = 12\text{V}$ ，内阻为 $r = 1\ \Omega$ ，电阻 R 随压力 F 变化的函数式为 $R = 30 - 0.01F$ (F 和 R 的单位分别为 N 和 Ω)，下列说法中正确的是 ()



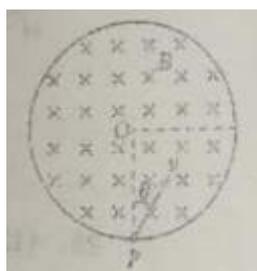
- A. 该秤能测量的最大体重是 3000N
- B. 该秤的零刻度线 (即踏板空载时的刻度线) 应标在电流表 G 刻度盘的 0.375A 处
- C. 该秤显示重量的刻度是均匀标注的
- D. 该秤显示的重量 F 与通过电路中的电流 I 满足 $F = 3200 + \frac{1200}{I}$

17. 如图所示，一个小球套在固定的倾斜光滑杆上，一根轻质弹簧的一端悬挂于 O 点，另一端与小球相连，弹簧与杆在同一竖直平面内，将小球沿杆拉到与 O 点等高的位置由静止释放，小球沿杆下滑，当弹簧处于竖直时，小球速度恰好为零，若弹簧始终处于伸长且在弹性限度内，在小球下滑过程中，下列说法正确的是（ ）



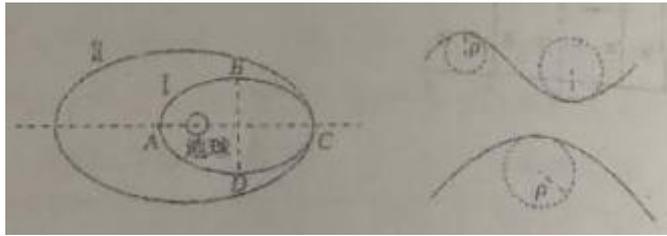
- A. 小球的机械能先增大后减小
- B. 弹簧的弹性势能一直增加
- C. 重力做功的功率一直增大
- D. 当弹簧与杆垂直时，小球的动能最大

18. 如图所示，半径为 R 的绝缘圆筒内分布着匀强磁场，磁感应强度大小为 B，方向垂直于纸面向里。一个质量为 m、电荷量为 q 的正离子（不计重力）以某一速度从筒壁上的小孔 P 进入筒中，速度方向与半径成 $\theta=30^\circ$ 夹角并垂直于磁场方向。不计离子和筒壁碰撞时能量和电荷量的损失。若粒子在最短的时间内返回 P 孔，则离子的速度和最短的时间分别是（ ）



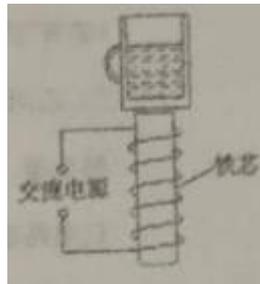
- A. $\frac{2qBR}{m}, \frac{\pi m}{qB}$ B. $\frac{2qBR}{m}, \frac{2\pi m}{3qB}$ C. $\frac{\sqrt{3}qBR}{m}, \frac{\pi m}{qB}$ D. $\frac{\sqrt{3}qBR}{m}, \frac{\pi m}{3qB}$

19. 如图所示，一质量为 m 的卫星绕地球在椭圆轨道 I 上运转，运转周期为 T_0 ，轨道 I 上的近地点 A 到地球球心的距离为 α ，远地点 C 到地球球心的距离为 b，BD 为椭圆轨道的短轴，A、C 两点的曲率半径均为 $k\alpha$ （通过该点和曲线上紧邻该点两侧的两点作一圆，在极限情况下，这个圆就叫做该点的曲率圆，如右下图中的虚线圆，其半径 p 叫做该点的曲率半径）。若地球的质量为 M，引力常量为 G。则（ ）



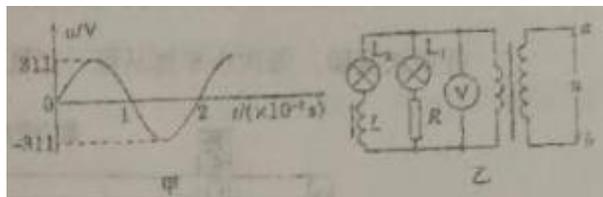
- A. 卫星在轨道 I 上运行时的机械能小于在轨道 II 上运行时的机械能
- B. 如果卫星要从轨道 II 返回到轨道 I，则在 C 位置时动力气源要向后喷气
- C. 卫星从 C→D→A 的运动过程中，万有引力对其做的功为 $\frac{1}{2}GMmk\left(\frac{2}{a} - \frac{a}{b^2}\right)$
- D. 卫星从 C→D→A 的运动过程中，万有引力对其做的功为 $\frac{1}{2}GMmk\left(\frac{1}{a} - \frac{a}{b^2}\right)$

20. 如图所示，在线圈上端放置一盛有冷水的金属杯，现接通交流电源，过了几分钟，杯内的水沸腾起来，若要缩短上述加热时间，下列措施可行的有（ ）



- A. 增加线圈的匝数
- B. 提高交流电源的频率
- C. 将金属杯换为瓷杯
- D. 取走线圈中的铁芯

21. 如图甲所示，按正弦规律变化的电压 u 加在图乙的理想变压器原线圈 ab 两端，原、副线圈的匝数之比为 5:1，电压表为理想电表， L_1 、 L_2 均为灯泡， R 和 L 分别是定值电阻和电感线圈。下列说法正确的是（ ）



- A. 电压 u 的表达式 $u=311\sin 100\pi t$ (V)
- B. 电压表示数为 22V
- C. 只增大电压 u 的频率， L_1 变亮
- D. 只增大电压 u 的频率， L_2 变暗

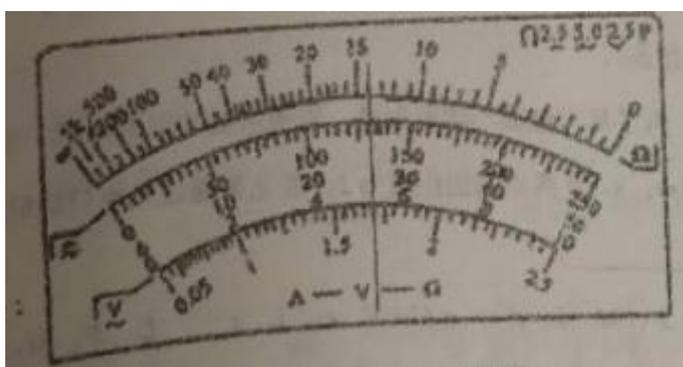
第 II 卷（非选择题，共 174 分）

三、非选择题：包括必考题和选考题两部分，第 22 题~第 32 题为必考题，每个小题考生都必须作答。第 33 题~第 40 题为选考题，考生根据要求作答。

（一）必考题（11 题，共 129 分）

22.（6 分）在“练习使用多用电表”实验中，请回答下列问题：

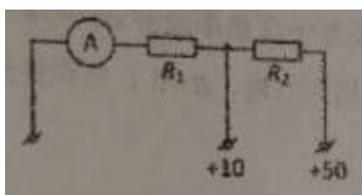
（1）甲同学先用多用电表电阻挡“ $\times 100$ ”测量标有“220V 100W”的白炽灯时发现指针偏转角度过大，为了减小测量误差，下列选项中合理的操作顺序为_____（填写选项前的字母）。



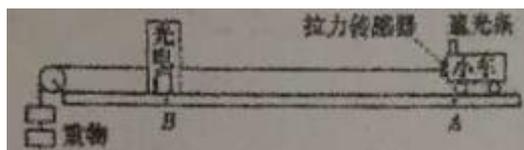
- A. 将选择开关旋转到“ $\times 1k$ ”的位置
- B. 将选择开关旋转到“ $\times 10$ ”的位置
- C. 用两表笔与白炽灯连接好并读数
- D. 将两表笔短接，进行欧姆调零

（2）若甲同学为了减小测量误差，按正确的实验操作，用多用电表电阻挡测量标有“220V 100W”的白炽灯时指针停在图 1 所示的位置，则此白炽灯电阻的测量值为_____ Ω 。

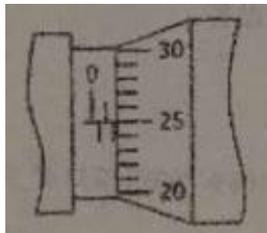
（3）乙同学发现该多用电表“直流 50V”挡损坏了，但“直流 10V”挡能正常使用。查阅资料知道，电压挡内部原理如图所示，表头 A 的满偏电流为 1mA。打开多用电表外壳发现电路板上的电阻 R_2 被烧坏了，则乙同学应用阻值为___k Ω 的电阻替换 R_2 的位置，就可以修好“直流 50V”挡。



23.（10 分）图示为“探究合力功与物体动能变化的关系”的实验装置，只改变重物的质量进行多次实验，每次小车都从同一位置 A 由静止释放。请回答下列问题：



(1) 用螺旋测微器测量遮光条的宽度 d ，其示数如图所示，则 $d = \underline{\hspace{2cm}}$ mm。



(2) 平衡摩擦力时， （填“要”或“不要”）挂上重物。

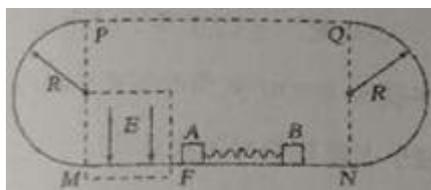
(3) 实验时， （填“需要”或“不需要”）满足重物的总质量远小于小车的总质量（包括拉力传感器和遮光条）。

(4) 按正确实验操作后，为了尽可能减小实验误差，若传感器的示数为 F ，小车总质量为 M ，重物的总质量为 m ，A、B 两点间的距离为 L ，遮光条通过光电门的时间为 t ，则需要测量的物理量是 。

- A. M 、 m 、 L B. F 、 M 、 L 、 t C. F 、 m 、 L 、 t D. F 、 M 、 L

(5) 在实验误差允许范围内，关系式 成立。（用测量的物理量表示）

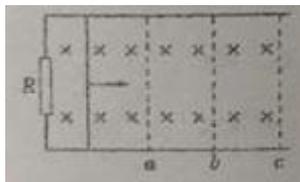
24. (19分) 如图所示，两半径均为 $R=0.2\text{m}$ 的光滑绝缘半圆轨道 PM 、 QN 在同一竖直面内放置，两半圆轨道刚好与绝缘水平面平滑相切于 M 、 N 点， P 、 Q 分别为两半圆轨道的最高点。水平面 MF 部分虚线方框内有竖直向下的匀强电场，场强大小为 E ，电场区域的水平宽度 $L_{MF}=0.2\text{m}$ 。带电荷量为 q 、质量为 $m=1\text{kg}$ 两相同带正电的两滑块 A 、 B 固定于水平面上，它们不在电场区域，但 A 靠近 F ，它们之间夹有一压缩的绝缘弹簧（不连接），释放 A 、 B 后， A 进入电场时已脱离弹簧。滑块与水平面间的动摩擦因数均为 $\mu=0.5$ 。已知 $Eq=2\text{N}$ ，整个装置处于完全失重的宇宙飞船中。



- (1) 如果弹簧储存的弹性势能 $E_p=1\text{J}$ ，求自由释放 A 、 B 后 B 在 Q 点所受的弹力大小；
 (2) 如果释放 A 、 B 后，要求二者只能在 M 、 F 间相碰，求弹簧储存的弹性势能 E_p' 的取值范围。

25. (12分) 如图所示，水平光滑的平行金属导轨，左端与电阻 R 相连接，匀强磁场 B 竖直向下分布在导轨所在的区域内，质量一定的金属棒在垂直导轨的方向上搁在导轨上。今使棒以一定的初速度向右运动，当其通过位置 a 时速率为 v_a ，通过位置 b 时速率为 v_b ，到位置 c 时棒刚好静止，设导轨与棒的电阻均不计，

a、b 与 b、c 的间距相等，以金属棒在由 a→b 和 b→c 的两个过程中，回路中产生的电能 E_{ab} 与 E_{bc} 之比多大？

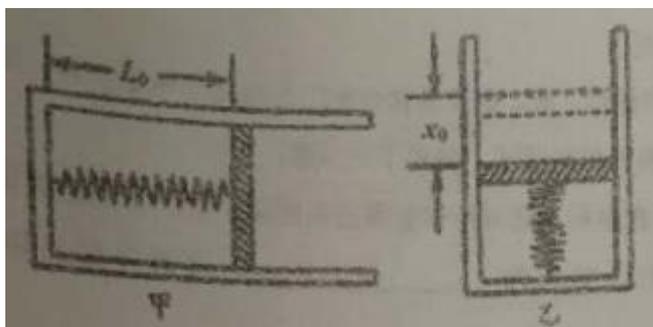


(二) 选考题。共 45 分，请考生从给出的 3 道物理题中选一题做答。如果多做，则按所做的第一题计分。

33. 【物理选修 3-3】(15 分)

(1) 水的摩尔质量为 $M=18\text{g/mol}$ ，水的密度为 $\rho=1.0\times 10^3\text{kg/m}^3$ ，阿伏伽德罗常数 $N_A=6.0\times 10^{23}\text{mol}^{-1}$ ，则一个水分子的质量为_____kg，一瓶 500ml 的纯净水所含水分子的个数为_____。

(2) 如图所示，导热性能良好的气缸内用活塞封闭一定质量的理想气体，活塞用轻弹簧与缸底相连，当气缸如图甲水平位置时，弹簧伸长了 x_0 ，活塞到缸底的距离为 L_0 ，将气缸缓慢转动竖直放置，开口向上，如图乙所示，这时活塞刚好向缸底移动了 x_0 的距离。已知活塞的横截面积为 S ，活塞与气缸壁的摩擦不计，且气密性良好，活塞的质量为 m ，重力加速度为 g ，大气压强为 p_0 ，



求：①弹簧的劲度系数的大小；

②若从甲图到乙图的过程中，气体放出的热量为 Q ，活塞的重力对气体做的功为 W ，则弹簧开始具有的弹性势能为多少？

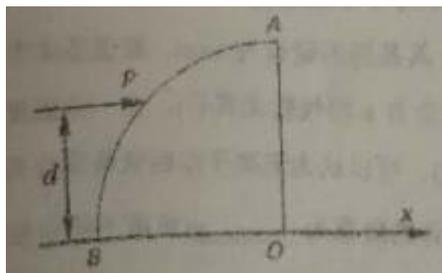
34. 【物理选修 3-4】(15 分)

(1) (5 分) 有一无限大的薄弹性介质平面，现使介质上 A 点垂直介质平面上下振动，振幅 5cm，以 A 为圆心形成简谐横波向周围传去，如图所示，A、B、C 三点在一条直线上，AB 间距离为 5m，AC 间距离为 3m，某时刻 A 点处在波峰位置，观察发现 2.5s 后此浪峰传到 B 点，此时 A 点正通过平衡位置向下运动，AB 之间还有一个波峰，下列说法正确的是_____ (填正确答案标号。选对 1 个得 3 分，选对 2 个得 4 分，选对 3 个得 5 分，每选错 1 个扣 3 分，最低得分为 0 分)



- A. 这列波的周期为 2.5s
- B. 这列波的波长为 4m
- C. 若 A 刚刚开始振动时同上，则 C 点起振时的方向应向上
- D. 在波已经传到 C 的情况下，当 A 点处在波峰位置时，C 点正通过平衡位置向上运动
- E. 在波已经传到 C 的情况下，当 A 点处在波峰位置时，C 点正通过平衡位置向下运动

(2) (10 分) 如图所示，一柱形玻璃的横截面是半径为 R 的 $\frac{1}{4}$ 画弧，圆心为 O ， x 轴与 OB 重合。一单色光平行于 x 轴从 P 点射入玻璃， OB 与入射光线的距离为 d ，单色光在玻璃中的折射率为 $n = \sqrt{2}$ ，光在真空中的传播速度为 c ，不考虑单色光经 AO 面反射后的情况。求：当 $d = \frac{\sqrt{2}}{2} R$ ，该单色光从 P 点进入玻璃开始计时，经过多长时间光线从 AO 面射出？



参考答案

14. A 15. C 16. B 17. A 18. B 19. AD 20. AB 21. AD

22. (6分) (1) BDC (2) 140 (3) 40

23. (10分) (1) 1.750 (2) 不要 (3) 不需要 (4) B (5) $FL = \frac{1}{2}M\left(\frac{d}{t}\right)^2$

24. (19分)

解析 (1) 设 A、B 分离后获得的速度大小分别为 v_1 、 v_2

由 A、B 组成的系统动量守恒有 $0 = mv_1 - mv_2$ (2分)

由机械能守恒有 $E_p = \frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}mv_2^2$ (2分)

解得: $v_1 = v_2 = 1\text{m/s}$ (1分)

由于整个装置完全失重, B 在半圆轨道上做匀速圆周运动

B 在 Q 点, 由牛顿第二定律有 $F_N = \frac{mv_2^2}{R} = 5N$ (2分)

(2) 由 (1) 可知, 释放 A、B 后, 二者获得的初速度大小相等, 设为 v' 。若 A 能通过电场, 通过电场的

最长时间为 $t_{Am} = \frac{2L_{MF}}{v'}$, B 运动到 M 处需要的时间 $t_B > \frac{2\pi R}{v'}$, 有 $t_{Am} < t_B$ 。所以, 若 A、B 只能在 M、F

间相碰, 则 A 必须在相碰前就停在 M、F 间。A、B 初速度大小相等, 要满足在电场区域相碰, 则 A 至少应运动到 MF 的中点 (A、B 相遇在中点), 至多运动到 M 点 (A、B 相遇在 M 点)。(4分)

由能量守恒有 $E_p' = 2 \times \frac{1}{2}mv'^2$ (1分)

A 停在 M 中点时, 由动能定理有 $-\mu EqL_{MF} = 0 - \frac{1}{2}mv'^2$ (2分)

A 停在 MF 中点时, 同理有 $-\frac{1}{2}\mu EqL_{MF} = 0 - \frac{1}{2}mv'^2$ (2分)

两种情况对应的 E_p' 分别为 0.4J、0.2J (2分)

故 $0.2\text{J} < E_p' < 0.4\text{J}$ (1分)

25. (12分)

解析金属棒向右运动时, 切割磁感线, 回路中产生感应电流。根据左手定则可知, 金属棒所受安培力阻碍其运动。假设金属棒由 a 到 b 过程中, 所受平均安培力为 F_1 , 时间为 t_1 ; 由 b 到 c 过程中, 所受平均安培力为 F_2 , 时间为 t_2 ; 导轨之间距离为 d 。

则 $F_1 = BI_1d = B \frac{BL_{ab}d}{Rt_1} d = \frac{B^2 d^2 L_{ab}}{Rt_1}$ (2分)

同理 $F_2 = \frac{B^2 d^2 L_{bc}}{Rt_2}$ (1分)

根据动量定理得 $-F_1 t_1 = mv_b - mv_a$, 即 $\frac{B^2 d^2 L_{ab}}{R} = mv_a - mv_b$ ① (2分)

$-F_2 t_2 = 0 - mv_b$, 即 $\frac{B^2 d^2 L_{bc}}{R} = mv_b$ ② (2分)

又因为 $L_{ab} = L_{bc}$ ③

据①②③式得 $mv_a - mv_b = mv_b$ (1分)

所以 $v_a = 2v_b$ (1分)

根据能量守恒有 $E_{ab} = \frac{1}{2}mv_a^2 - \frac{1}{2}mv_b^2 = \frac{3}{2}mv_b^2$ (1分)

$E_{bc} = \frac{1}{2}mv_b^2$ (1分)

则 $\frac{E_{ab}}{E_{bc}} = \frac{\frac{3}{2}mv_b^2}{\frac{1}{2}mv_b^2} = 3:1$ (1分)

33、(15分) (1) 3×10^{-26} (2) 2×10^{28}

【解析】水分子的质量等于摩尔质量除以阿伏伽德罗常数, 即: $m = \frac{M}{N_A}$

代入数据得: $m = 3 \times 10^{-26} \text{kg}$

水分子数目为: $N = \frac{\rho V}{M} \times N_A$

代入数据得: $N = \frac{1 \times 10^3 \times 0.6}{18 \times 10^{-3}} \times 6 \times 10^{23} = 2 \times 10^{28}$ (个)

【解析】①气缸水平放置时, 缸内气体的压强为 $p_1 = p_0 + \frac{kx_0}{S}$

当气缸竖直放置时, 缸内气体的压强为: $p_2 = p_0 + \frac{mg}{S}$

根据玻意耳定律有: $p_2 L_0 S = p_1 (L_0 - x_0) S$

求得: $k = \frac{mg(L_0 - x_0) - p_0 x_0 S}{x_0 L_0}$

②从甲图到乙图的过程中，气体的温度始终不变，因此气体的内能不变，根据热力学第一定律可知：

$$Q = W + p_0 x_0 S + E_p,$$

$$\text{求得： } E_p = Q - W - p_0 x_0 S$$

34、（15分）

（1）（5分） BCE

（2）（10分）

【解析】由几何关系得入射角 $i = 45^\circ$

由折射定律，有 $n = \frac{\sin i}{\sin \gamma}$ ， $\gamma = 30^\circ$

由正弦定理，得 $\frac{R}{\sin(i + \gamma)} = \frac{1}{\sin i}$ ， $l = (\sqrt{3} - 1)R$

$$\text{时间： } t = \frac{l}{v} = \frac{(\sqrt{3} - 1)R}{\frac{c}{n}} = \frac{(\sqrt{6} - \sqrt{2})R}{c}$$