

2018年江苏省扬州市高考一模试卷物理

一、单项选择题：本题共5小题，每小题3分，共计15分。每小题只有一个选项符合题意。

1. (3分) 一石块在空中由静止释放并开始计时，不计空气阻力，则其所受重力在第1s末与第2s末的功率之比为()

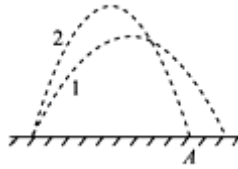
- A. 1: 1
- B. 1: 2
- C. 1: 3
- D. 1: 4

解析：物体做自由落体运动，由 $v=gt$ 知第1s末、第2s末的瞬时速度之比为： $v_1: v_2=1: 2$
根据 $P=mgv$ 得知：

其所受重力在第1s末与第2s末的功率之比 $P_1: P_2=v_1: v_2=1: 2$ 。

答案：B

2. (3分) 某士兵练习迫击炮打靶，如图所示，第一次炮弹落点在目标A的右侧，第二次调整炮弹发射方向后恰好击中目标，忽略空气阻力的影响，每次炮弹发射速度大小相等，下列说法正确的是()



- A. 第二次炮弹在空中运动时间较长
- B. 两次炮弹在空中运动时间相等
- C. 第二次炮弹落地速度较大
- D. 第二次炮弹落地速度较小

解析：AB、斜上抛运动在竖直方向为竖直上抛运动，在水平方向是匀速直线运动，设上升的

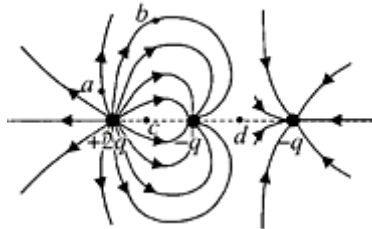
高度为 H ，运动的时间为 t ，根据竖直上抛运动的规律可得： $H=\frac{1}{2}g\left(\frac{t}{2}\right)^2$ ，解得： $t=\sqrt{\frac{8H}{g}}$ ，

所以第二次炮弹在空中运动时间较长，故A正确、B错误；

CD、每次炮弹发射速度大小相等，根据对称性可知，落地时二者的速度大小相等，故CD错误。

答案：A

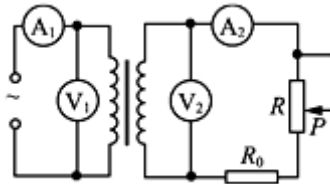
3. (3分) 两个相同的负电荷和一个正电荷附近的电场线分布如图所示，d是两负电荷连线的中点，c、d两点到中间负电荷的距离相等，则()



- A. a点的电场强度比b点的小
- B. a点的电势比b点的低
- C. c点的电场强度比d点的小
- D. c点的电势比d点的高

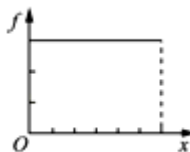
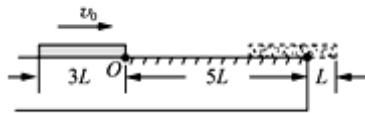
解析：A、由图可知：a 点电场线比 b 点电场线分布密集，故 a 点的电场强度比 b 点的大，故 A 错误；
 B、由等势面与电场线垂直可知：a 点的等势面与 b 点所在电场线的交点在电场线方向上的 b 点后方，根据沿着电场线电势降低，可知，b 点电势较低，故 a 点的电势比 b 点的高，故 B 错误；
 C、由图可知：c 点电场线比 d 点电场线分布密集，故 c 点的电场强度比 d 点的大，故 C 错误；
 D、c 点到中间负电荷的过程比相同距离上 d 点到中间负电荷的过程电场线密集，故电场强度更大，那么，c 点和中间负电荷的电势差比 d 点到中间负电荷的电势差大；再根据沿着电场线电势降低可知：c、d 点的电势比中间负电荷处的电势高，所以，c 点的电势比 d 点的高，故 D 正确。
 答案：D

4. (3 分) 如图所示为一理想变压器，原线圈接在输出电压为 $u=U_0\sin\omega t$ 的交流电源两端。电路中 R_0 为定值电阻， V_1 、 V_2 为理想交流电压表， A_1 、 A_2 为理想交流电流表。现使滑动变阻器 R 的滑动触头 P 向上滑动，下列说法正确的是()

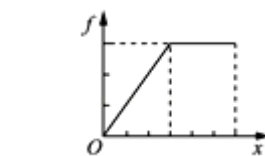
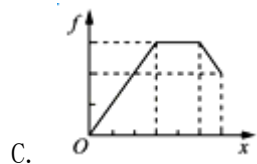
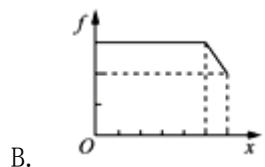


A. 电压表 V_1 与 V_2 示数的比值将变大
 B. 电流表 A_1 与 A_2 示数的比值将变小
 C. 电压表 V_1 与电流表 A_1 示数的比值变大
 D. 电压表 V_2 与电流表 A_2 示数的比值变小
 解析：A、由于只有一个副线圈，因此电压之比一定等于线圈匝数的正比，故两电压表的比值不变，故 A 错误；
 B、由于只有一个副线圈，因此电流之比一定等于线圈匝数的反比，故两电流表的比值不变，故 B 错误；
 C、滑动变阻器 R 的滑动触头 P 向上滑动，则滑动变阻器接入电阻增大，根据闭合电路的欧姆定律可知 A_2 电流减小，故 A_1 电流减小，由于 U_1 不变，故电压表 V_1 与电流表 A_1 示数的比值变大，故 C 正确
 D、滑动变阻器 R 的滑动触头 P 向上滑动，则滑动变阻器接入电阻增大，由欧姆定律可知，电压表 V_2 与电流表 A_2 示数的比值变大，故 D 错误。
 答案：C

5. (3 分) 如图所示，长为 $3L$ 的木板从光滑水平面滑上长为 $5L$ 的粗糙桌面，停止运动时木板右端离开桌面边缘距离为 L ，则该过程中，木板所受摩擦力 f 与位移 x 的关系图线是()



A.

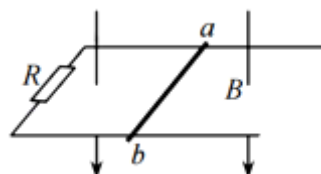


解析：当木板正向粗糙桌面滑行时，受到的是滑动摩擦力，由于木板对粗糙桌面的正压力，随着进入粗糙桌面的长度变化而变化，因此在前 $3L$ 位移中， $f = \mu mg = \mu kxg$ ($m = kx$)，当木板完全进入粗糙桌面时，则 $f = \mu Mg$ ， M 是木板的质量，故 ABC 错误，D 正确。

答案：D

二、多项选择题：本题共 4 小题，每小题 4 分，共 16 分。每小题有多个选项符合题意。全部选对的得 4 分，选对但不全的得 2 分，错选或不答的得 0 分。

6. (4 分) 如图所示，两根平行金属导轨置于水平面内，导轨之间接有电阻 R 。金属棒 ab 与两导轨垂直并保持良好接触，整个装置放在匀强磁场中，磁场方向垂直于导轨平面向下。现使磁感应强度随时间均匀减小， ab 始终保持静止，下列说法正确的是()



- A. ab 中的感应电流方向由 a 到 b
- B. ab 中的感应电流逐渐减小
- C. ab 所受的安培力保持不变
- D. ab 所受的静摩擦力逐渐减小

解析：A、磁感应强度均匀减小，磁通量减小，根据楞次定律得， ab 中的感应电流方向由 a 到 b ，故 A 正确。

B、由于磁感应强度均匀减小，根据法拉第电磁感应定律 $E = S \frac{\Delta B}{\Delta t}$ 得，感应电动势恒定，则 ab 中的感应电流不变，故 B 错误。

C、根据安培力公式 $F = BIL$ 知，电流不变， B 均匀减小，则安培力减小，故 C 错误。

D、导体棒受安培力和静摩擦力处于平衡， $f = F$ ，安培力减小，则静摩擦力减小，故 D 正确。

答案：AD

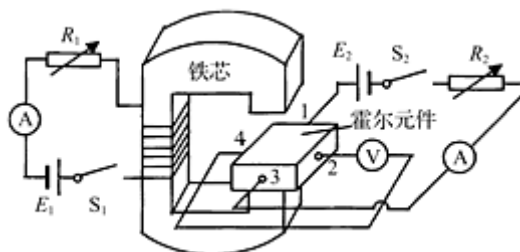
7. (4 分) 2017 年 9 月 25 日后，微信启动页面采用“风云四号”卫星成像图。“风云四号”是我国新一代静止轨道气象卫星，则其在圆轨道上运行时()

- A. 可定位在赤道上空任意高度
- B. 线速度介于第一宇宙速度和第二宇宙速度之间

- C. 角速度与地球自转角速度相等
 D. 向心加速度比月球绕地球运行的向心加速度大
- 解析：A、同步卫星只能在赤道上空，且高度保持不变，则 A 错误；
 B、第一宇宙速度为卫星的最大运行速度，同步卫星的轨道半径大，则其速度小于第一宇宙速度。则 B 错误；
 C、同步卫星的周期等于地球的自转周期，所以同步卫星绕地球运行的角速度与静止在赤道上的物体的角速度相等，则 C 正确
 D、同步卫星与月球都是万有引力提供向心力，由： $\frac{GMm}{r^2} = ma$ 可得： $a = \frac{GM}{r^2}$ ，所以同步卫星绕地球运行的向心加速度比月球绕地球运行的向心加速度大，则 D 正确。

答案：CD

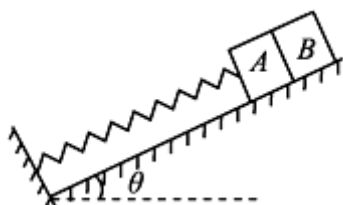
8. (4分) 如图所示，导电物质为电子的霍尔元件样品置于磁场中，表面与磁场方向垂直，图中的 1、2、3、4 是霍尔元件上的四个接线端。当开关 S_1 、 S_2 闭合后，三个电表都有明显示数，下列说法正确的是()



- A. 通过霍尔元件的磁场方向向下
 B. 接线端 2 的电势低于接线端 4 的电势
 C. 仅将电源 E_1 、 E_2 反向接入电路，电压表的示数不变
 D. 若适当减小 R_1 、增大 R_2 ，则电压表示数一定增大
- 解析：A、根据安培定则可知，磁场的方向向下，故 A 正确；
 B、通过霍尔元件的电流由 1 流向接线端 3，负电子移动方向与电流的方向相反，由左手定则可知，负电子偏向接线端 2，所以接线端 2 的电势低于接线端 4 的电势，故 B 正确；
 C、当调整电路，使通过电磁铁和霍尔元件的电流方向相反，由左手定则可知洛伦兹力方向不变，即 2、4 两接线端的电势高低关系不发生改变，故 C 正确；
 D、适当减小 R_1 ，电磁铁中的电流增大，产生的磁感应强度增大，而当增大 R_2 ，霍尔元件中的电流减小，所以霍尔电压减小，即毫伏表示数一定减小，故 D 错误。

答案：ABC

9. (4分) 如图所示，轻弹簧一端固定在倾角为 θ 的光滑斜面底端，弹簧上端放着质量为 m 的物体 A，处于静止状态。将一个质量为 $2m$ 的物体 B 轻放在 A 上，则在 A、B 一起向下运动过程中()



- A. 放在 A 上的瞬间，B 对 A 的压力大小为 $\frac{2}{3}mg\sin\theta$
 B. A、B 的速度先增大后减小
 C. A、B 间的弹力先增大后减小
 D. A、B 组成的系统机械能守恒

解析：A、在放B之前，物体A保持静止状态，重力和弹簧的弹力平衡： $F=mgsin\theta$ ；在放B瞬间，对A、B整体研究，根据牛顿第二定律有： $(2m+m)sin\theta - F=(3m)a$

解得： $a=\frac{2}{3}gsin\theta$ ；对物体B受力分析，根据牛顿第二定律有： $2mgsin\theta - N=2ma$ ；

解得： $N=\frac{2}{3}mgsin\theta$ 。由牛顿第二定律知，B对A的压力大小为 $\frac{2}{3}mgsin\theta$ 。故A正确，

B、由于在AB向下运动过程中，弹簧的弹力一直增大， $3mgsin\theta$ 先大于弹力，后小于弹力，则A、B的速度先增大后减小。故B正确。

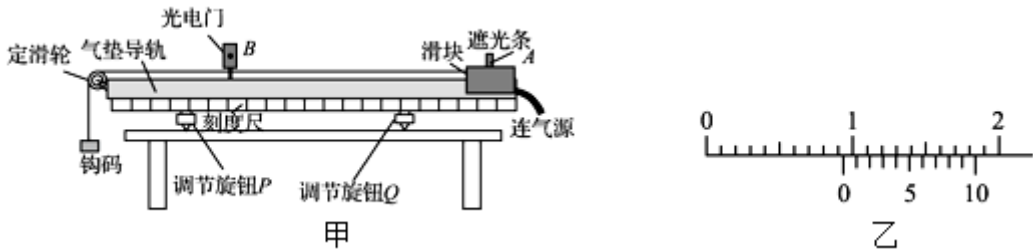
C、对AB整体，合力先减小后增大，加速度先减小后反向增大，当加速度沿斜面向下时，根据牛顿第二定律有： $2mgsin\theta - N=2ma$ ，知a减小，N增大。当加速度沿斜面向上时，根据牛顿第二定律有： $N - 2mgsin\theta =2ma$ ，知a增大，N增大，则A、B间的弹力一直增大，故C错误；

D、由于在运动过程中，弹簧对A、B系统做功，因此A、B的机械能不守恒，故D错误。

答案：AB

【必做题】

10. (8分) 某同学利用如图甲所示的实验装置验证机械能守恒定律。将气垫导轨固定在水平桌面上，调节旋钮使其水平。在气垫导轨的左端固定一光滑的定滑轮，在B处固定一光电门，测出滑块及遮光条的总质量为M，将质量为m的钩码通过细线与滑块连接。打开气源，滑块从A处由静止释放，宽度为b的遮光条经过光电门挡光时间为t，取挡光时间t内的平均速度作为滑块经过B处的速度，A、B之间的距离为d，重力加速度为g。



(1) 用游标卡尺测量遮光条的宽度，示数如图乙所示，其读数为_____mm。

解析：宽度b的读数为： $9mm+4\times 0.1mm=9.4mm$ 。

答案：9.4。

(2) 调整光电门的位置，使得滑块通过B点时钩码没有落地。滑块由A点运动到B点的过程中，系统动能增加量 ΔE_k 为_____，系统重力势能减少量 ΔE_p 为_____。(以上结果均用题中所给字母表示)

解析：由于光电门的宽度b很小，所以我们用很短时间内的平均速度代替瞬时速度。

滑块通过光电门B速度为： $v_B=\frac{b}{t}$ ；

滑块从A处到达B处时m和M组成的系统动能增加量为： $\Delta E_k=\frac{1}{2}(M+m)(\frac{b}{t})^2=\frac{(M+m)b^2}{2t^2}$ ；

系统的重力势能减少量可表示为： $\Delta E_p=mgd$ ；

比较 ΔE_p 和 ΔE_k ，若在实验误差允许的范围内相等，即可认为机械能是守恒的。

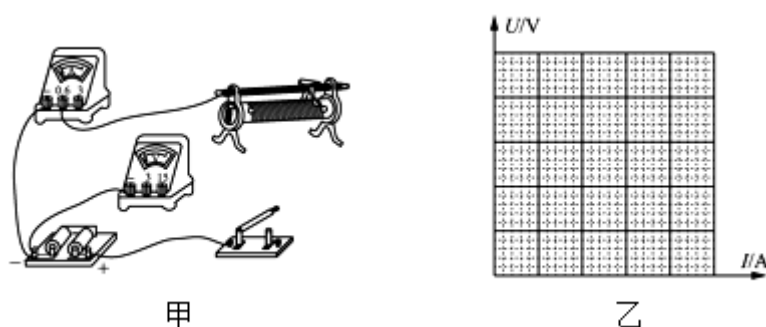
答案： $\frac{(M+m)b^2}{2t^2}$ ，mgd。

(3) 若实验结果发现 ΔE_k 总是略大于 ΔE_p ，可能的原因是_____。

- A. 存在空气阻力
- B. 滑块没有到达 B 点时钩码已经落地
- C. 测出滑块左端与光电门 B 之间的距离作为 d
- D. 测出滑块右端与光电门 B 之间的距离作为 d

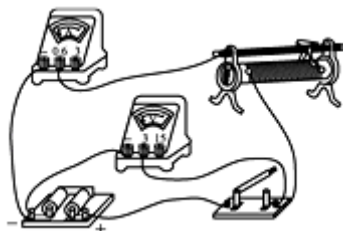
解析：A、若存在空气阻力的，则有 ΔE_k 总是略小于 ΔE_p ，故 A 错误；
 B. 滑块没有到达 B 点时钩码已经落地，拉力对滑块做的功会减小， ΔE_k 应小于 ΔE_p ，故 B 错误；
 C. 将滑块左端与光电门 B 之间的距离作为 d ，钩码下落的高度算少了， ΔE_k 将大于 ΔE_p ，故 C 正确。
 D. 将滑块右端与光电门 B 之间的距离作为 d ，钩码下落的高度算多了， ΔE_k 将小于 ΔE_p ，故 D 错误。
 答案：C。

11. (10 分) 利用如图所示的实验装置测量两节干电池组成的电源的电动势和内电阻。



(1) 请在图甲中用笔画线代替导线完成电路连接_____。

解析：测电源的电动势和内电阻，应采用相对电源的电流表内接法，实物连接图如图所示：

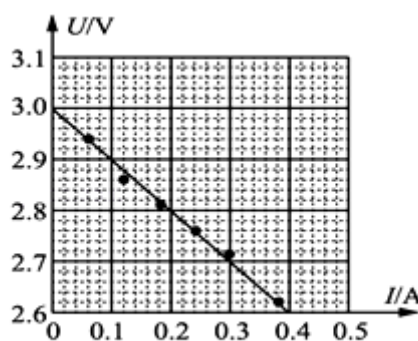


答案：如图所示。

(2) 在实验操作正确的情况下测得数据记录在下表中，请在图乙中作出 $U - I$ 图象_____。

U/V	2.94	2.86	2.81	2.76	2.71	2.62
I/A	0.06	0.12	0.18	0.24	0.30	0.38

解析：在 $U - I$ 坐标内，描点连线，如图所示：



答案：如图所示。

(3) 根据 $U - I$ 图象，可得该电池组的电动势 $E = \underline{\quad\quad}$ V，内电阻 $r = \underline{\quad\quad}$ Ω 。（结果均保留 2 位有效数字）

解析：由 $U = E - Ir$ 可知，图象在纵轴的截距等于电源电动势，斜率的绝对值等于内阻。故 $E = 3.0\text{V}$ ， $r = 1.0\Omega$ 。

答案：3.0；1.0。

(4) 本实验存在系统误差，原因是 （选填“①电压表分流”或“②电流表分压”前面的序号），由此造成电源内阻测量值 （选填“大于”“小于”或“等于”）真实值。

解析：本实验存在系统误差，原因是电压表分流，使得电流表示数小于干路电流；外电路短路时，电压表分流为零，实际电流等于电流表电流，电压越大，电压表分流越多，实际电流大于电流表电流越多，图象斜率的绝对值将越大，由此造成电源内阻测量值小于真实值。

答案：①；小于。

[选修 3-3]（12 分）

12.（4 分）对热现象的认识和应用，下列说法正确的是（ ）

- A. 晶体的导热性能一定是各向异性
- B. 空气相对湿度越大时，暴露在空气中的水蒸发得越慢
- C. 要在纯净的半导体材料中掺入其他元素，可在高温条件下利用分子的扩散来完成
- D. “油膜法估测分子大小”的实验中，估算油酸分子直径用的是油酸酒精溶液的体积除以油膜的面积

解析：A、单晶体各向异性，多晶体各向同性，故 A 错误；

B、空气相对湿度越大时，空气中水蒸气压强越接近饱和汽压，暴露在空气中的水蒸发得越慢，故 B 正确；

C、固体也能扩散，生产半导体器件时，需要在纯净的半导体材料中掺入其他元素，可以在高温条件下利用分子的扩散来完成，故 C 正确。

D、“油膜法估测分子大小”的实验中，估算油酸分子直径用的是纯油酸的体积除以油膜的面积，故 D 错误。

答案：BC

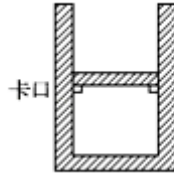
13.（4 分）给一定质量的温度为 0°C 的水加热，在水的温度由 0°C 上升到 4°C 的过程中，水的体积随着温度的升高反而减小，我们称之为“反常膨胀”。查阅资料知道：在水反常膨胀的过程中，体积减小是由于水分子之间的结构发生了变化，但所有水分子间的总势能是增大的。

由此可知，反常膨胀时，水分子的平均动能 （选填“增大”“减小”或“不变”），吸收的热量 （选填“大于”“小于”或“等于”）所有水分子的总势能增加量。

解析：温度是分子平均动能的标志，温度升高，分子的平均动能增大；分子的平均动能增大，所有水分子间的总势能增大，内能是增大的；反常膨胀水对外做功，根据热力学第一定律，吸收的热量大于所有水分子的总势能增加量。

答案：增大；大于。

14.（4 分）开口向上、内壁光滑的汽缸竖直放置，开始时质量不计的活塞停在卡口处，气体温度为 27°C ，压强为 $0.9 \times 10^5 \text{ Pa}$ ，体积为 $1 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ ，现缓慢加热缸内气体，试通过计算判断当气体温度为 67°C 时活塞是否离开卡口。（已知外界大气压强 $p_0 = 1 \times 10^5 \text{ Pa}$ ）



解析：活塞刚好离开卡口时，压强为： $p_2=p_0$ ，

由于等容过程，根据查理定律，得： $\frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2}$ ，

代入数据得： $T_2=333K$ ，

因为 $67^\circ C=340K > 333K$ ，故活塞已经离开卡口。

答案：当气体温度为 $67^\circ C$ 时活塞会离开卡口。

[选修 3-4] (12 分)

15. (4 分) 下列关于电磁波的说法正确的是()

- A. 电磁波不能产生衍射现象
- B. 电磁波和机械波都只能在介质中传播
- C. 根据多普勒效应可以判断遥远天体相对于地球的运动速度
- D. 光在真空中运动的速度在不同惯性系中测得的数值可能不同

解析：A、电磁波是横波，波都能发生干涉和衍射，故 A 错误；

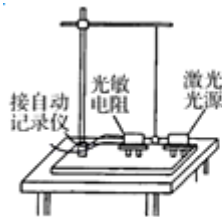
B、电磁波，本身是物质，传播可以不需要介质，而机械波只能在介质中传播，故 B 错误；

C、由于波源与接受者的相对位移的改变，而导致接受频率的变化，称为多普勒效应，所以可以判断遥远天体相对于地球的运动速度，故 C 正确；

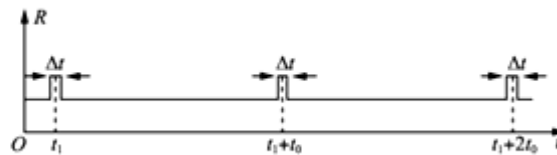
D、根据光速不变原理，知在不同惯性系中，光在真空中沿不同方向的传播速度大小相等，故 D 错误。

答案：C

16. (4 分) 在“探究单摆的周期与摆长关系”的实验中，摆球在垂直纸面的平面内摆动，如图甲所示，在摆球运动最低点的左、右两侧分别放置一激光光源与光敏电阻。光敏电阻(光照时电阻比较小)与某一自动记录仪相连，该仪器显示的光敏电阻阻值 R 随时间 t 变化图线如图乙所示，则该单摆的振动周期为_____。若保持悬点到小球顶点的绳长不变，改用直径是原小球直径 2 倍的另一小球进行实验，则该单摆的周期将_____ (选填“变大”“不变”或“变小”)。



甲



乙

解析：单摆在一个周期内两次经过平衡位置，每次经过平衡位置，单摆会挡住细激光束，从 $R-t$ 图线可知周期为 $2t_0$ 。

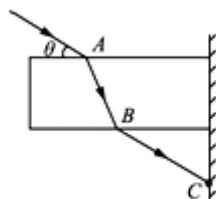
摆长等于摆线的长度加上小球的半径，根据单摆的周期公式 $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$ ，摆长变大，所以

周期变大。

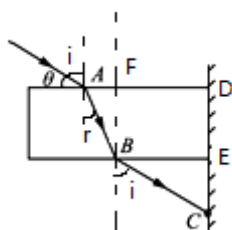
答案： $2t_0$ ；变大。

17. (4 分) 如图所示，一束单色光照射到平行玻璃砖上表面，入射方向与界面的夹角 $\theta = 30^\circ$ ，

测得入射点 A 到光屏的距离为 $6\sqrt{3}$ cm，玻璃砖的厚度为 6cm，在玻璃砖下方光屏上出现的光点 C 到玻璃砖下表面的距离为 4cm，求该玻璃砖的折射率 n。



解析：玻璃砖上表面入射角为 $i=90^\circ - \theta = 60^\circ$



$$FD=BE=CE \tan i = 4 \times \tan 60^\circ = 4\sqrt{3} \text{ cm}$$

$$AF=AD - FD = 6\sqrt{3} \text{ cm} - 4\sqrt{3} \text{ cm} = 2\sqrt{3} \text{ cm}$$

由几何知识得折射角的正切值为：

$$\tan r = \frac{AF}{FB} = \frac{2\sqrt{3}}{6} = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

解得折射角为： $r=30^\circ$

$$\text{由 } n = \frac{\sin i}{\sin r}$$

$$\text{解： } n = \sqrt{3}$$

答案：该玻璃砖的折射率 n 是 $\sqrt{3}$ 。

[选修 3-5] (12 分)

18. (4 分) 关于核反应方程，下列说法正确的是 ()

A. ${}^3_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$ 是核聚变反应

B. 铀核裂变的核反应为： ${}^{235}_{92}\text{U} \rightarrow {}^{141}_{56}\text{Ba} + {}^{92}_{36}\text{Kr} + 2{}^1_0\text{n}$

C. 在衰变方程 ${}^{239}_{94}\text{Pu} \rightarrow \text{X} + \text{He} + \gamma$ 中，X 原子核的质量数是 234

D. 卢瑟福发现了质子的核反应方程为： ${}^4_2\text{H} + {}^{14}_7\text{N} \rightarrow {}^{17}_8\text{O} + {}^1_1\text{H}$

解析：A、根据核反应的特点可知， ${}^3_1\text{H} + {}^2_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$ 是核聚变反应。故 A 正确。

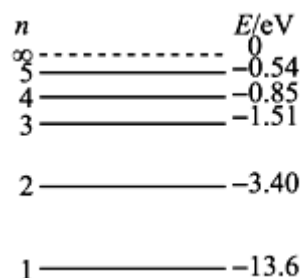
B、铀核裂变的核反应是用一个中子轰击铀核得到三个中子，但是方程式中中子不能约去。故 B 错误。

C、在衰变方程 ${}^{239}_{94}\text{Pu} \rightarrow \text{X} + \text{He} + \gamma$ 中，He 核的质量数是 4，所以 X 原子核的质量数是 $239 - 4 = 235$ 。故 C 错误。

D、卢瑟福通过 α 粒子轰击氮核得到质子，根据电荷数守恒、质量守恒，知方程式正确。故 D 正确。

答案：AD

19. (4分) 可见光中某绿光的光子能量是 2.5eV, 若用它照射逸出功是 2.2eV 的某种金属, 产生光电子的最大初动能为 _____ eV。如图所示为氢原子能级的示意图, 若用该绿光照射处于 $n=2$ 能级的氢原子, _____ (选填“能”或“不能”) 使氢原子跃迁。

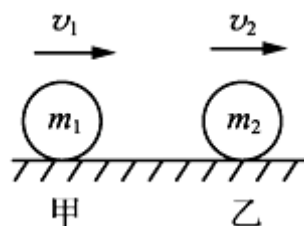


解析: 用能量为 2.5eV 的光子照到逸出功是 2.2eV 的某种金属, 根据光电效应方程, 产生光电子的最大初动能为 $E_k = h\nu - W_0 = 0.3\text{eV}$;

绿光的光子能量 2.5eV 不等于处于 $n=2$ 能级的氢原子与任一能级间的能量差, 故不能使氢原子跃迁。

答案: 0.3; 不能。

20. (4分) 如图所示, 质量分别为 $m_1=0.2\text{kg}$ 和 $m_2=0.8\text{kg}$ 的两个小球, 在光滑的水平面上分别以速度 $v_1=10\text{m/s}$ 、 $v_2=2\text{m/s}$ 向右运动并发生对心碰撞, 碰后甲球以 2m/s 的速度向左运动。求:



(1) 碰后乙球的速度大小;

解析: 取向右为正方向, 由动量守恒定律得 $m_1v_1 + m_2v_2 = m_1v'_1 + m_2v'_2$

代入数据得 $v'_2 = 5\text{m/s}$ 。

答案: 碰后乙球的速度大小是 5m/s。

(2) 碰撞时冲击力对甲球的冲量。

解析: 对甲球, 由动量定理得 $I = \Delta p$

代入数据得 $I = 2.4\text{kg}\cdot\text{m/s}$, 方向向左。

答案: 碰撞时冲击力对甲球的冲量是 $2.4\text{kg}\cdot\text{m/s}$, 方向向左。

四、计算题: 本题共 3 小题, 共计 47 分。解答时请写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤。只写出最后答案的不能得分。有数值计算的题, 答案中必须明确写出数值和单位。

21. (15分) 实验小组想要探究电磁刹车的效果, 在遥控小车底面安装宽为 L 、长为 $2.5L$ 的 N 匝矩形线框 $abcd$, 总电阻为 R , 面积可认为与小车底面相同, 其平面与水平地面平行, 小车总质量为 m 。如图是简化的俯视图, 小车在磁场外以恒定的功率做直线运动, 受到地面阻力恒为 f , 进入磁场前已达到最大速度 v , 车头 (ab 边) 刚要进入磁场时立即抛去牵引力, 车尾 (cd 边) 刚出磁场时速度恰好为零。已知有界磁场宽度为 $2.5L$, 磁感应强度为 B , 方向竖直向下。求:

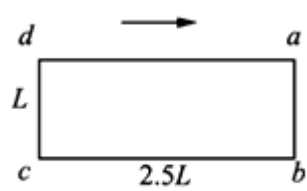


图1

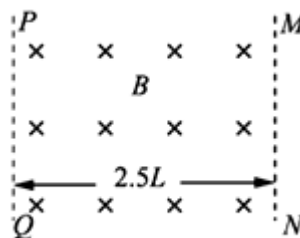


图2

(1) 进入磁场前小车所受牵引力的功率 P ;

解析: 进入磁场前小车匀速运动时速度最大, 则有: $F=f$
牵引力的功率为: $P=Fv=fv$ 。

答案: 进入磁场前小车所受牵引力的功率 P 是 fv 。

(2) 车头刚进入磁场时, 感应电流的大小 I ;

解析: 车头刚进入磁场时, 产生的感应电动势为: $E=NBLv$

感应电流的大小为: $I = \frac{E}{R} = \frac{NBLv}{R}$ 。

答案: 车头刚进入磁场时, 感应电流的大小 I 是 $\frac{NBLv}{R}$ 。

(3) 电磁刹车过程中产生的焦耳热 Q 。

解析: 根据能量守恒定律得:

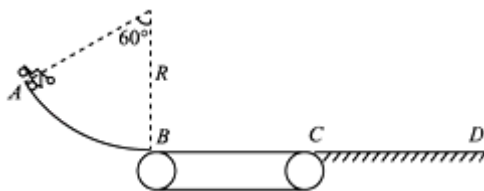
$$Q + f \cdot 2.5L = \frac{1}{2}mv^2$$

可得, 电磁刹车过程中产生的焦耳热为:

$$Q = \frac{1}{2}mv^2 - 2.5fL$$

答案: 电磁刹车过程中产生的焦耳热 Q 是 $\frac{1}{2}mv^2 - 2.5fL$ 。

22. (16分) 在某电视台举办的冲关游戏中, AB 是处于竖直平面内的光滑圆弧轨道。半径 $R=1.6\text{m}$, BC 是长度为 $L_1=3\text{m}$ 的水平传送带, CD 是长度为 $L_2=3.6\text{m}$ 水平粗糙轨道, $ABCD$ 轨道与传送带平滑连接, 参赛者抱紧滑板从 A 处由静止下滑。参赛者和滑板可视为质点, 参赛者质量 $m=60\text{kg}$, 滑板质量可忽略, 已知滑板与传送带、水平轨道的动摩擦因数分别为 $\mu_1=0.4$, $\mu_2=0.5$, g 取 10m/s^2 。求:



(1) 参赛者运动到圆弧轨道 B 处对轨道的压力;

解析: 参赛者从 A 到 B 的过程, 由机械能守恒定律得:

$$mgR(1 - \cos 60^\circ) = \frac{1}{2}mv_B^2$$

代入数据得: $v_B=4\text{m/s}$

在 B 点, 对参赛者, 由牛顿第二定律得:

$$N - mg = m \frac{v_B^2}{R}$$

代入数据得：N=1200N

由牛顿第三定律知参赛者运动到圆弧轨道 B 处对轨道的压力为：

$$N' = N = 1200N。$$

答案：参赛者运动到圆弧轨道 B 处对轨道的压力是 1200N。

(2) 若参赛者恰好能运动至 D 点，求传送带运转速率及方向；

解析：参赛者由 C 到 D 的过程，由动能定理得：

$$-\mu_2 mg L_2 = 0 - \frac{1}{2} m v_C^2$$

解得：v_C=6m/s > v_B=4m/s

所以传送带运转方向为顺时针。

假设参赛者在传送带一直加速，设到达 C 点的速度为 v，由动能定理得：

$$-\mu_1 mg L_1 = \frac{1}{2} m v^2 - \frac{1}{2} m v_B^2$$

解得：v=2√10 m/s > v_C=6m/s

所以传送带速度等于 v_C=6m/s。

答案：若参赛者恰好能运动至 D 点，传送带运转速率是 6m/s，方向为顺时针。

(3) 在第 (2) 问中，传送带由于传送参赛着多消耗的电能。

$$\text{解析：参赛者在传送带上匀加速运动的时间为：} t = \frac{v_C - v_B}{a} = \frac{v_C - v_B}{\mu g} = \frac{6 - 4}{0.4 \times 10} = 0.5 \text{ s}$$

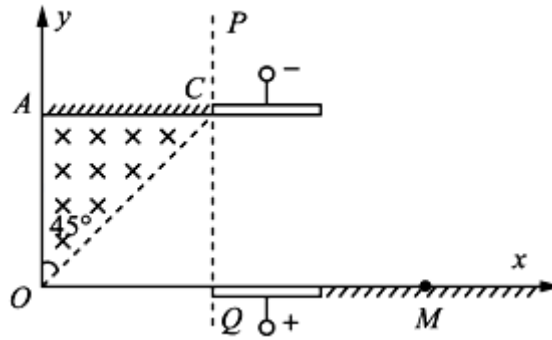
$$\text{此过程中参赛者与传送带间的相对位移大小为：} \Delta x = v_C t - \frac{v_C + v_B}{2} t = \frac{v_C - v_B}{2} t = \frac{6 - 4}{2} \times 0.5 = 0.5 \text{ m}$$

$$\text{传送带由于传送参赛着多消耗的电能为：} E = \mu_1 mg \Delta x + \left(\frac{1}{2} m v_C^2 - \frac{1}{2} m v_B^2 \right)$$

代入数据解得：E=720J。

答案：在第 (2) 问中，传送带由于传送参赛着多消耗的电能是 720J。

23. (16 分) 在如图所示的坐标系内，PQ 是垂直于 x 轴的分界线，PQ 左侧的等腰直角三角形区域内分布着匀强磁场，磁感应强度为 B，方向垂直纸面向里，AC 边有一挡板可吸收电子，AC 长为 D. PQ 右侧为偏转电场，两极板长度为 $\frac{1}{2}d$ ，间距为 D. 电场右侧的 x 轴上有足够长的荧光屏。现有速率不同的电子在纸面内从坐标原点 O 沿 y 轴正方向射入磁场，电子能打在荧光屏上的最远处为 M 点，M 到下极板右端的距离为 $\frac{1}{2}d$ ，电子电荷量为 e，质量为 m，不考虑电子间的相互作用以及偏转电场边缘效应，求：



(1) 电子通过磁场区域的时间 t ;

解析: 电子在磁场区域洛伦兹力提供向心力

$$evB = m \frac{v^2}{r} \text{ 得到: } r = \frac{mv}{eB}$$

$$\text{运动周期 } T = \frac{2\pi r}{v}$$

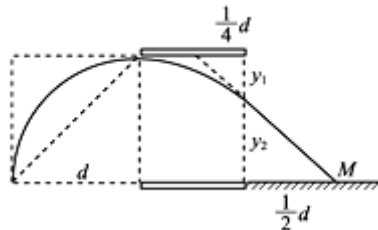
$$\text{联立得到: } T = \frac{2\pi m}{eB}$$

$$\text{通过磁场区域的时间为 } t_1 = \frac{90^\circ}{360^\circ} T = \frac{\pi m}{2eB}。$$

答案: 电子通过磁场区域的时间 t 为 $\frac{\pi m}{2eB}$ 。

(2) 偏转电场的电压 U ;

解析: 打在最远处, 则必是速度最大的电子恰从偏转电场的最高点进入电场,



由几何知识得 $r = d$, 由上述结果 $r = \frac{mv}{eB}$ 解得 $v = \frac{eBd}{m}$

通过电场的时间 $t_2 = \frac{d}{2v}$,

代入数据解得 $t_2 = \frac{m}{2eB}$

电子离开电场后做匀速直线运动到达 M 点, 由几何关系有:

$$\frac{y_1 \frac{1}{4}d}{y_2 \frac{1}{2}d} = \frac{1}{2},$$

又 $y_1 + y_2 = d$

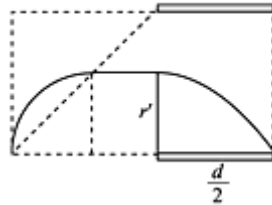
解得 $y_1 = \frac{1}{3}d$

故 $\frac{1}{2} \cdot \frac{eU}{md} t_2^2 = \frac{1}{3}d$ 代入数据解得 $U = \frac{8eB^2 d^2}{3m}$ 。

答案：偏转电场的电压 U 为 $\frac{8eB^2 d^2}{3m}$ 。

(3) 电子至少以多大速率从 O 点射出时才能打到荧光屏上。

解析：电子恰好打在下极板右边缘



磁场中 $r' = \frac{mv'}{eB}$ 电场中水平方向 $\frac{1}{2}d = v' t$

竖直方向 $r' = \frac{1}{2} \cdot \frac{eU}{md} t^2$ 由上述三式代入数据解得 $v' = \frac{eBd}{\sqrt[3]{3m}}$

答案：电子至少以速率 $\frac{eBd}{\sqrt[3]{3m}}$ 从 O 点射出时才能打到荧光屏上。