

2019年普通高等学校招生全国统一考试（江苏卷）

物理

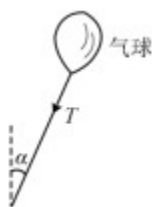
注意事项

考生在答题前请认真阅读本注意事项及各题答题要求

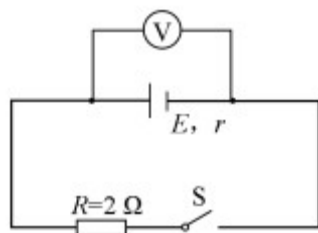
1. 本试卷共8页，包含选择题（第1题~第9题，共9题）、非选择题（第10题~第15题，共6题）两部分。本卷满分为120分，考试时间为100分钟。考试结束后，请将本试卷和答题卡一并交回。
2. 答题前，请务必将自己的姓名、准考证号用0.5毫米黑色墨水的签字笔填写在试卷及答题卡的规定位置。
3. 请认真核对监考员在答题卡上所粘贴的条形码上的姓名、准考证号与本人是否相符。
4. 作答选择题，必须用2B铅笔将答题卡上对应选项的方框涂满、涂黑；如需改动，请用橡皮擦干净后，再选涂其他答案。作答非选择题，必须用0.5毫米黑色墨水的签字笔在答题卡上的指定位置作答，在其他位置作答一律无效。
5. 如需作图，须用2B铅笔绘、写清楚，线条、符号等须加黑、加粗。

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. 某理想变压器原、副线圈的匝数之比为1:10，当输入电压增加20V时，输出电压
(A) 降低2V (B) 增加2V (C) 降低200V (D) 增加200V
2. 如图所示，一只气球在风中处于静止状态，风对气球的作用力水平向右。细绳与竖直方向的夹角为 α ，绳的拉力为 T ，则风对气球作用力的大小为

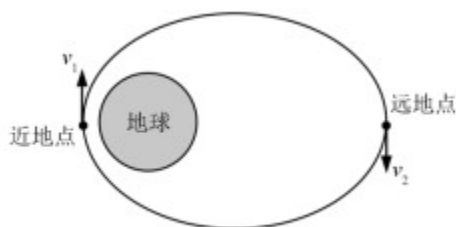


- (A) $\frac{T}{\sin \alpha}$ (B) $\frac{T}{\cos \alpha}$ (C) $T \sin \alpha$ (D) $T \cos \alpha$
3. 如图所示的电路中，电阻 $R=2\Omega$ 。断开S后，电压表的读数为3V；闭合S后，电压表的读数为2V，则电源的内阻 r 为



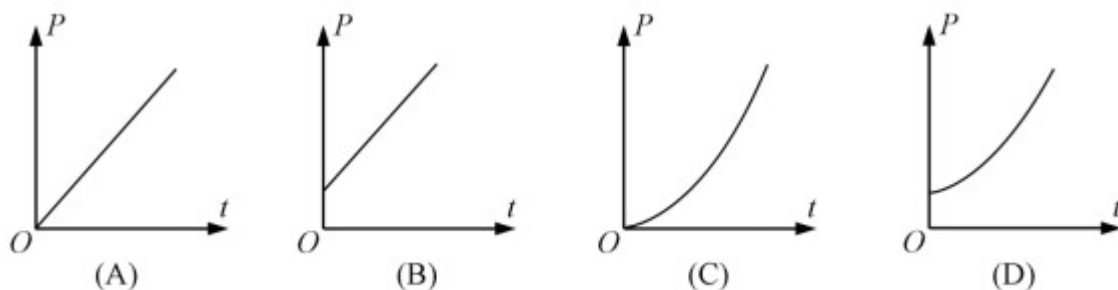
- (A) 1Ω (B) 2Ω (C) 3Ω (D) 4Ω

4. 1970年成功发射的“东方红一号”是我国第一颗人造地球卫星，该卫星至今仍沿椭圆轨道绕地球运动。如图所示，设卫星在近地点、远地点的速度分别为 v_1 、 v_2 ，近地点到地心的距离为 r ，地球质量为 M ，引力常量为 G 。则



- (A) $v_1 > v_2, v_1 = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ (B) $v_1 > v_2, v_1 > \sqrt{\frac{GM}{r}}$
 (C) $v_1 < v_2, v_1 = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ (D) $v_1 < v_2, v_1 > \sqrt{\frac{GM}{r}}$

5. 一匀强电场的方向竖直向上， $t=0$ 时刻，一带电粒子以一定初速度水平射入该电场，电场力对粒子做功的功率为 P ，不计粒子重力，则 $P-t$ 关系图象是



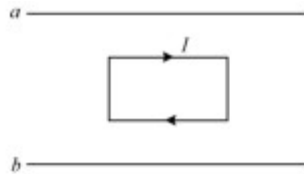
二、多项选择题：本题共 4 小题，每小题 4 分，共计 16 分。每小题有多个选项符合题意。全部选对的得 4 分，选对但不全的得 2 分。错选或不答的得 0 分。

6. 如图所示，摩天轮悬挂的座舱在竖直平面内做匀速圆周运动。座舱的质量为 m ，运动半径为 R ，角速度大小为 ω ，重力加速度为 g ，则座舱



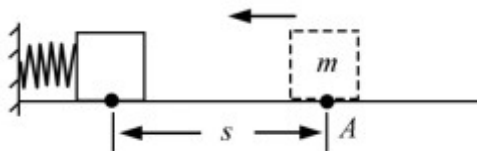
- (A) 运动周期为 $\frac{2\pi R}{\omega}$
- (B) 线速度的大小为 ωR
- (C) 受摩天轮作用力的大小始终为 mg
- (D) 所受合力的大小始终为 $m\omega^2 R$

7. 如图所示，在光滑的水平桌面上， a 和 b 是两条固定的平行长直导线，通过的电流强度相等。矩形线框位于两条导线的正中间，通有顺时针方向的电流，在 a 、 b 产生的磁场作用下静止。则 a 、 b 的电流方向可能是



- (A) 均向左
- (B) 均向右
- (C) a 的向左， b 的向右
- (D) a 的向右， b 的向左

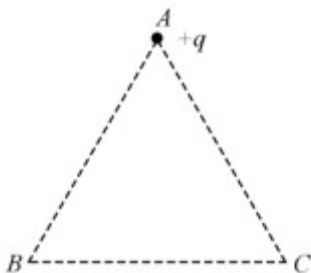
8. 如图所示，轻质弹簧的左端固定，并处于自然状态。小物块的质量为 m ，从 A 点向左沿水平地面运动，压缩弹簧后被弹回，运动到 A 点恰好静止。物块向左运动的最大距离为 s ，与地面间的动摩擦因数为 μ ，重力加速度为 g ，弹簧未超出弹性限度。在上述过程中



- (A) 弹簧的最大弹力为 μmg
- (B) 物块克服摩擦力做的功为 $2\mu mgs$
- (C) 弹簧的最大弹性势能为 μmgs

(D) 物块在A点的初速度为 $\sqrt{2\mu gs}$

9. 如图所示, ABC 为等边三角形, 电荷量为 $+q$ 的点电荷固定在A点. 先将一电荷量也为 $+q$ 的点电荷 Q_1 从无穷远处 (电势为0) 移到C点, 此过程中, 电场力做功为 $-W$. 再将 Q_1 从C点沿 CB 移到B点并固定. 最后将一电荷量为 $-2q$ 的点电荷 Q_2 从无穷远处移到C点. 下列说法正确的有



- (A) Q_1 移入之前, C点的电势为 $\frac{W}{q}$
- (B) Q_1 从C点移到B点的过程中, 所受电场力做的功为0
- (C) Q_2 从无穷远处移到C点的过程中, 所受电场力做的功为 $2W$
- (D) Q_2 在移到C点后的电势能为 $-4W$

三、简答题: 本题分必做题 (第10~12题) 和选做题 (第13题) 两部分, 共计42分. 请将解答填写在答题卡相应的位置.

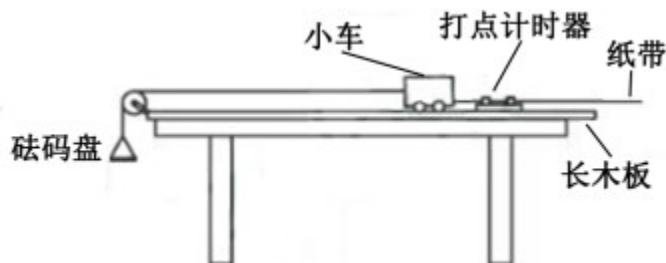
【必做题】

10. (8分) 某兴趣小组用如题10-1图所示的装置验证动能定理.

(1) 有两种工作频率均为50 Hz的打点计时器供实验选用:

- A. 电磁打点计时器
- B. 电火花打点计时器

为使纸带在运动时受到的阻力较小, 应选择____ (选填“A”或“B”).

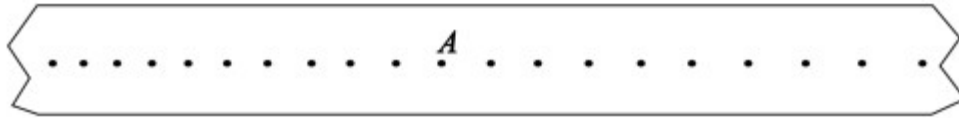


(题10-1图)

(2) 保持长木板水平, 将纸带固定在小车后端, 纸带穿过打点计时器的限位孔. 实验中, 为消除摩擦力的影响, 在砝码盘中慢慢加入沙子, 直到小车开始运动. 同学甲认为此时摩擦力的影响已

得到消除。同学乙认为还应从盘中取出适量沙子，直至轻推小车观察到小车做匀速运动。看法正确的同学是___（选填“甲”或“乙”）。

- (3) 消除摩擦力的影响后，在砝码盘中加入砝码。接通打点计时器电源，松开小车，小车运动。纸带被打出一系列点，其中的一段如题10-2图所示。图中纸带按实际尺寸画出，纸带上A点的速度 $v_A = \underline{\hspace{2cm}}$ m/s。

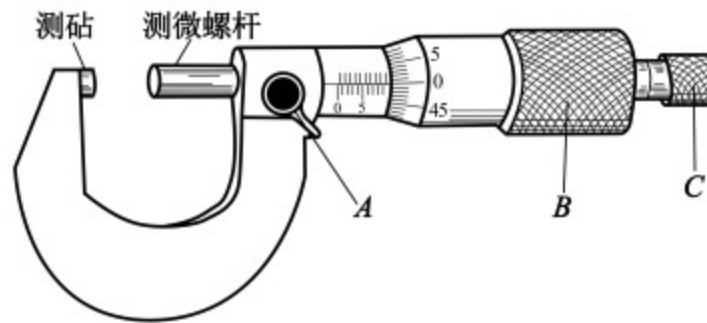


(题10-2图)

- (4) 测出小车的质量为 M ，再测出纸带上起点到A点的距离为 L 。小车动能的变化量可用 $\Delta E_k = \frac{1}{2} M v_A^2$ 算出。砝码盘中砝码的质量为 m ，重力加速度为 g ；实验中，小车的质量应___（选填“远大于”“远小于”或“接近”）砝码、砝码盘和沙子的总质量，小车所受合力做的功可用 $W = mgL$ 算出。多次测量，若 W 与 ΔE_k 均基本相等则验证了动能定理。

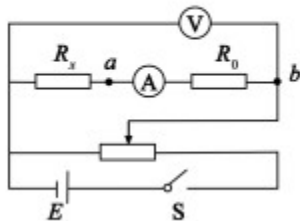
11. (10分) 某同学测量一段长度已知的电阻丝的电阻率。实验操作如下：

- (1) 螺旋测微器如题11-1图所示。在测量电阻丝直径时，先将电阻丝轻轻地夹在测砧与测微螺杆之间，再旋动___（选填“ A ”“ B ”或“ C ”），直到听见“喀喀”的声音，以保证压力适当，同时防止螺旋测微器的损坏。

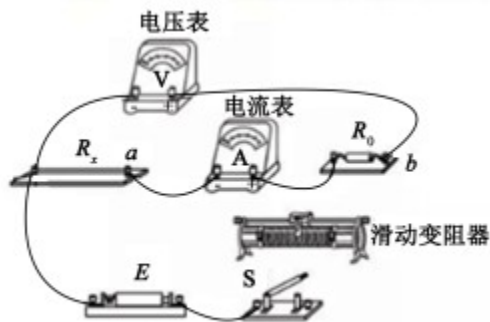


(题11-1图)

- (2) 选择电阻丝的___（选填“同一”或“不同”）位置进行多次测量，取其平均值作为电阻丝的直径。
- (3) 题11-2甲图中 R_x 为待测电阻丝。请用笔画线代替导线，将滑动变阻器接入题11-2乙图实物电路中的正确位置。



(题11-2甲图)

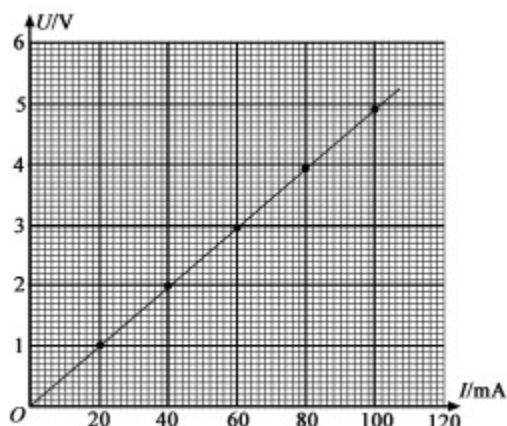


(题11-2乙图)

(4) 为测量 R_x ，利用题11-2甲图所示的电路，调节滑动变阻器测得5组电压 U_1 和电流 I_1 的值，作出的 U_1-I_1 关系图象如题11-3图所示。接着，将电压表改接在 a 、 b 两端，测得5组电压 U_2 和电流 I_2 的值，数据见下表：

U_2/V	0.50	1.02	1.54	2.05	2.55
I_2/mA	20.0	40.0	60.0	80.0	100.0

请根据表中的数据，在方格纸上作出 U_2-I_2 图象。



(题11-3图)

(5) 由此，可求得电阻丝的 $R_x = \underline{\quad} \Omega$ 。根据电阻定律可得到电阻丝的电阻率。

12. [选修3-5] (12分)

(1) 质量为 M 的小孩站在质量为 m 的滑板上，小孩和滑板均处于静止状态，忽略滑板与地面间的摩擦。

小孩沿水平方向跃离滑板，离开滑板时的速度大小为 v ，此时滑板的速度大小为 $\underline{\quad}$ 。

- (A) $\frac{m}{M}v$ (B) $\frac{M}{m}v$ (C) $\frac{m}{m+M}v$ (D) $\frac{M}{m+M}v$

(2) 100年前，卢瑟福用 α 粒子轰击氮核打出了质子。后来，人们用 α 粒子轰击 ${}_{28}^{60}\text{Ni}$ 核也打出了质子：

${}^4_2\text{He} + {}^{60}_{28}\text{Ni} \rightarrow {}^{63}_{29}\text{Cu} + {}^1_1\text{H} + \text{X}$ ；该反应中的X是____（选填“电子”“正电子”或“中子”）。此后，对原子核反应的持续研究为核能利用提供了可能。目前人类获得核能的主要方式是____（选填“核衰变”“核裂变”或“核聚变”）。

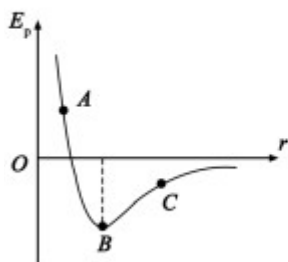
- (3) 在“焊接”视网膜的眼科手术中，所用激光的波长 $\lambda=6.4\times 10^7\text{ m}$ ，每个激光脉冲的能量 $E=1.5\times 10^{-2}\text{ J}$ 。求每个脉冲中的光子数目。（已知普朗克常量 $h=6.63\times 10^{-34}\text{ J}\cdot\text{s}$ ，光速 $c=3\times 10^8\text{ m/s}$ 。计算结果保留一位有效数字）

【选做题】

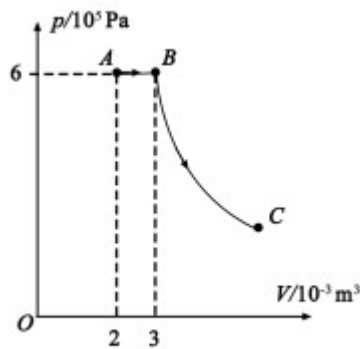
13. 本题包括A、B两小题，请选定其中一小题，并在相应的答题区域内作答。若多做，则按A小题评分。

A. [选修3-3] (12分)

- (1) 在没有外界影响的情况下，密闭容器内的理想气体静置足够长时间后，该气体____。
- (A) 分子的无规则运动停息下来 (B) 每个分子的速度大小均相等
- (C) 分子的平均动能保持不变 (D) 分子的密集程度保持不变
- (2) 由于水的表面张力，荷叶上的小水滴总是球形的。在小水滴表面层中，水分子之间的相互作用总体上表现为____（选填“引力”或“斥力”）。分子势能 E_p 和分子间距离 r 的关系图象如题13A-1图所示，能总体上反映小水滴表面层中水分子 E_p 的是图中____（选填“A”“B”或“C”）的位置。



(题13A-1图)



(题13A-2图)

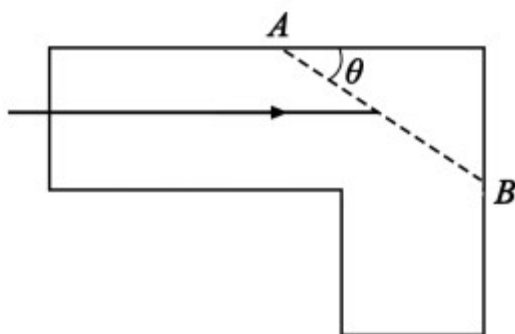
- (3) 如题13A-2图所示，一定质量理想气体经历A→B的等压过程，B→C的绝热过程（气体与外界无热量交换），其中B→C过程中内能减少900 J。求A→B→C过程中气体对外界做的总功。

B. [选修3-4] (12分)

- (1) 一单摆做简谐运动，在偏角增大的过程中，摆球的____。
- (A) 位移增大 (B) 速度增大
- (C) 回复力增大 (D) 机械能增大

(2) 将两支铅笔并排放在一起，中间留一条狭缝，通过这条狭缝去看与其平行的日光灯，能观察到彩色条纹，这是由于光的____（选填“折射”“干涉”或“衍射”）。当缝的宽度____（选填“远大于”或“接近”）光波的波长时，这种现象十分明显。

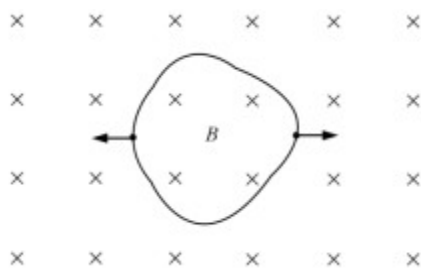
(3) 如图所示，某L形透明材料的折射率 $n=2$ 。现沿 AB 方向切去一角， AB 与水平方向的夹角为 θ 。为使水平方向的光线射到 AB 面时不会射入空气，求 θ 的最大值。



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。

14. (15分) 如图所示，匀强磁场中有一个用软导线制成的单匝闭合线圈，线圈平面与磁场垂直。已知线圈的面积 $S=0.3 \text{ m}^2$ 、电阻 $R=0.6 \Omega$ ，磁场的磁感应强度 $B=0.2 \text{ T}$ 。现同时向两侧拉动线圈，线圈的两边在 $\Delta t=0.5 \text{ s}$ 时间内合到一起。求线圈在上述过程中

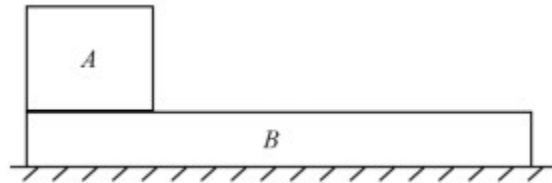
- (1) 感应电动势的平均值 E ；
- (2) 感应电流的平均值 I ，并在图中标出电流方向；
- (3) 通过导线横截面的电荷量 q 。



15. (16分) 如图所示，质量相等的物块 A 和 B 叠放在水平地面上，左边缘对齐。 A 与 B 、 B 与地面间的动摩擦因数均为 μ 。先敲击 A ， A 立即获得水平向右的初速度，在 B 上滑动距离 L 后停下。接着敲击 B ， B 立即获得水平向右的初速度， A 、 B 都向右运动，左边缘再次对齐时恰好相对静止，此后两者一起运动至停下。最大静摩擦力等于滑动摩擦力，重力加速

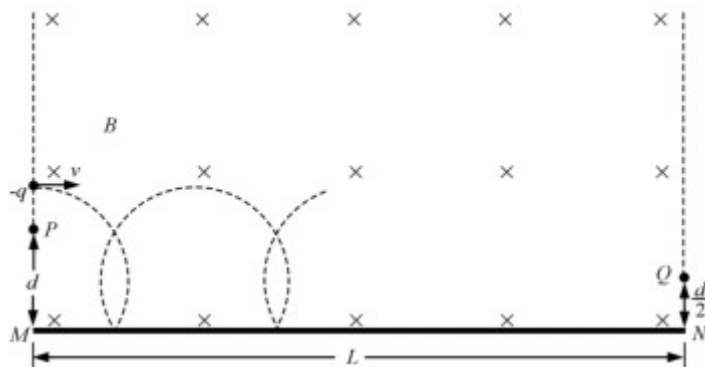
度为 g . 求 :

- (1) A 被敲击后获得的初速度大小 v_A ;
- (2) 在左边缘再次对齐的前、后, B 运动加速度的大小 a_B 、 a_B' ;
- (3) B 被敲击后获得的初速度大小 v_B .



16 . (16分) 如图所示, 匀强磁场的磁感应强度大小为 B . 磁场中的水平绝缘薄板与磁场的左、右边界分别垂直相交于 M 、 N , $MN=L$, 粒子打到板上时会被反弹 (碰撞时间极短), 反弹前后水平分速度不变, 竖直分速度大小不变、方向相反 . 质量为 m 、电荷量为 $-q$ 的粒子速度一定, 可以从左边界的不同位置水平射入磁场, 在磁场中做圆周运动的半径为 d , 且 $d < L$, 粒子重力不计, 电荷量保持不变。

- (1) 求粒子运动速度的大小 v ;
- (2) 欲使粒子从磁场右边界射出, 求入射点到 M 的最大距离 d_m ;
- (3) 从 P 点射入的粒子最终从 Q 点射出磁场, $PM=d$, $QN=\frac{d}{2}$, 求粒子从 P 到 Q 的运动时间 t .



物理试题参考答案

一、单项选择题

1. D 2. C 3. A 4. B 5. A

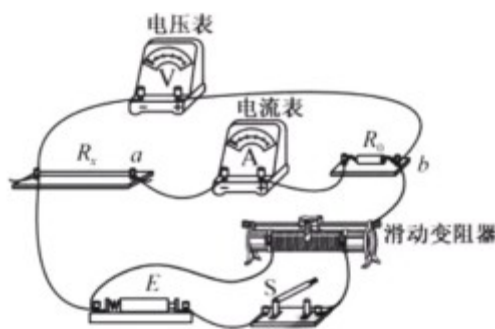
二、多项选择题

6. BD 7. CD 8. BC 9. ABD

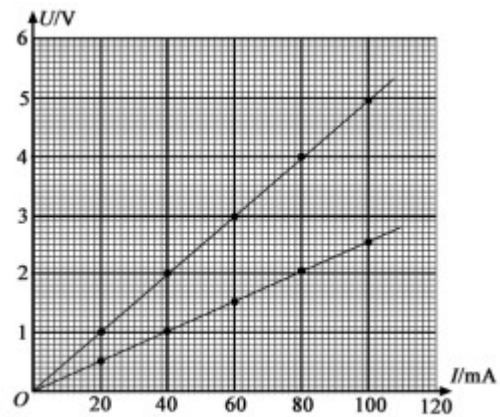
三、简答题

10. (1) B (2) 乙 (3) 0.31 (0.30~0.33都算对) (4) 远大于

11. (1) C (2) 不同 (3) (见图1) (4) (见图2) (5) 23.5 (23.0~24.0都算对)



(图1)



(图2)

12. (1) B (2) 中子 核裂变

(3) 光子能量 $\varepsilon = \frac{hc}{\lambda}$ 光子数目 $n = \frac{E}{\varepsilon}$, 代入数据得 $n = 5 \times 10^{16}$

13A. (1) CD (2) 引力 C

(3) A→B过程 $W_1 = -p(V_B - V_A)$

B→C过程, 根据热力学第一定律 $W_2 = \Delta U$

则对外界做的总功 $W = -(W_1 + W_2)$

代入数据得 $W = 1500 \text{ J}$

13B. (1) AC (2) 衍射 接近

(3) 全反射 $\sin C = \frac{1}{n}$

且 $C + \theta = 90^\circ$, 得 $\theta = 60^\circ$

四、计算题

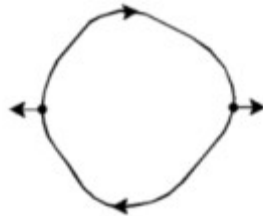
14. (1) 感应电动势的平均值 $E = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$

磁通量的变化 $\Delta \Phi = B \Delta S$

解得 $E = \frac{B\Delta S}{\Delta t}$ ，代入数据得 $E=0.12 \text{ V}$

(2) 平均电流 $I = \frac{E}{R}$

代入数据得 $I=0.2 \text{ A}$ (电流方向见图3)



(图3)

(3) 电荷量 $q=I\Delta t$ 代入数据得 $q=0.1 \text{ C}$

15. (1) 由牛顿运动定律知, A 加速度的大小 $a_A=\mu g$

匀变速直线运动 $2a_AL=v_A^2$

解得 $v_A = \sqrt{2\mu gL}$

(2) 设 A 、 B 的质量均为 m

对齐前, B 所受合外力大小 $F=3\mu mg$

由牛顿运动定律 $F=ma_B$, 得 $a_B=3\mu g$

对齐后, A 、 B 所受合外力大小 $F=2\mu mg$

由牛顿运动定律 $F=2ma_B'$, 得 $a_B'=\mu g$

(3) 经过时间 t , A 、 B 达到共同速度 v , 位移分别为 x_A 、 x_B , A 加速度的大小等于 a_A

则 $v=a_At$, $v=v_B-a_Bt$

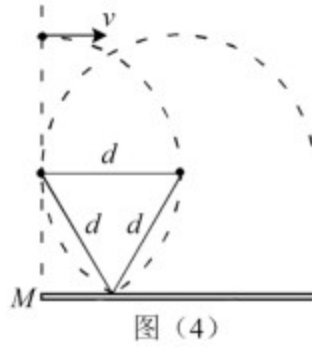
$$x_A = \frac{1}{2}a_At^2, x_B = v_Bt - \frac{1}{2}a_Bt^2$$

且 $x_B-x_A=L$

解得 $v_B = 2\sqrt{2\mu gL}$

16. (1) 粒子的运动半径 $d = \frac{mv}{qB}$ 解得 $v = \frac{qBd}{m}$

(2) 如图4所示, 粒子碰撞后的运动轨迹恰好与磁场左边界相切



由几何关系得 $d_m = d(1 + \sin 60^\circ)$

解得 $d_m = \frac{2 + \sqrt{3}}{2}d$

(3) 粒子的运动周期 $T = \frac{2\pi m}{qB}$

设粒子最后一次碰撞到射出磁场的时间为 t' ，则

$$t = n\frac{T}{4} + t' (n=1, 3, 5, \dots)$$

(a) 当 $L = nd + (1 - \frac{\sqrt{3}}{2})d$ 时，粒子斜向上射出磁场

$$t' = \frac{1}{12}T \quad \text{解得} \quad t = \left(\frac{L}{d} + \frac{3\sqrt{3} - 4}{6}\right)\frac{\pi m}{2qB}$$

(b) 当 $L = nd + (1 + \frac{\sqrt{3}}{2})d$ 时，粒子斜向下射出磁场

$$t' = \frac{5}{12}T \quad \text{解得} \quad t = \left(\frac{L}{d} - \frac{3\sqrt{3} - 4}{6}\right)\frac{\pi m}{2qB}$$

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. 某理想变压器原、副线圈的匝数之比为 1 : 10，当输入电压增加 20V 时，输出电压

- A. 降低 2V B. 增加 2V C. 降低 200V D. 增加 200V

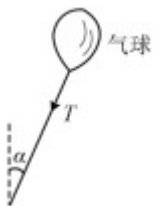
【答案】 D

【详解】 由理想变压器原、副线圈电压比等于匝数比即 $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ ，得： $U_2 = \frac{n_2}{n_1} U_1$ ，即副线圈两端电压

与原线圈两端电压成正比，所以有： $\Delta U_2 = \frac{n_2}{n_1} \cdot \Delta U_1$ ，当输入电压增加 20V 时，输出电压增大 200V，故

D 正确。

2. 如图所示，一只气球在风中处于静止状态，风对气球的作用力水平向右。细绳与竖直方向的夹角为 α ，绳的拉力为 T ，则风对气球作用力的大小为



A. $\frac{T}{\sin \alpha}$

B. $\frac{T}{\cos \alpha}$

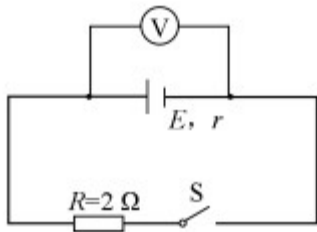
C. $T \sin \alpha$

D. $T \cos \alpha$

【答案】 C

【详解】 对气球受力分析，由水平方向平衡条件可得： $F_{\text{风}} = T \sin \alpha$ ，故 C 正确。

3. 如图所示的电路中，电阻 $R=2\Omega$ 。断开 S 后，电压表的读数为 3V；闭合 S 后，电压表的读数为 2V，则电源的内阻 r 为



A. 1Ω

B. 2Ω

C. 3Ω

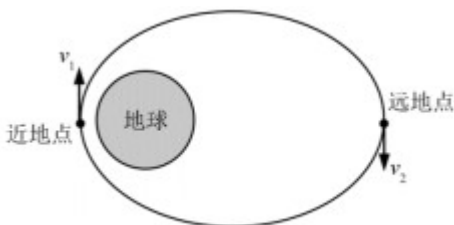
D. 4Ω

【答案】 A

【详解】 开关 s 断开时有： $E = 3V$ ，开 s 闭合时有： $2 = \frac{E}{R+r} R$ ，其中 $R = 2\Omega$ ，解得： $r = 1\Omega$ ，

故 A 正确。

4. 1970 年成功发射的“东方红一号”是我国第一颗人造地球卫星，该卫星至今仍沿椭圆轨道绕地球运动。如图所示，设卫星在近地点、远地点的速度分别为 v_1 、 v_2 ，近地点到地心的距离为 r ，地球质量为 M ，引力常量为 G 。则



A. $v_1 > v_2, v_1 = \sqrt{\frac{GM}{r}}$

B. $v_1 > v_2, v_1 > \sqrt{\frac{GM}{r}}$

C. $v_1 < v_2, v_1 = \sqrt{\frac{GM}{r}}$

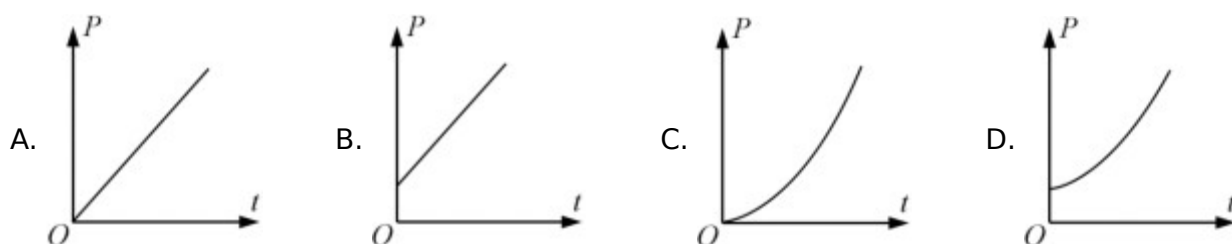
D. $v_1 < v_2, v_1 > \sqrt{\frac{GM}{r}}$

【答案】 B

【详解】“东方红一号”从近地点到远地点万有引力做负功，动能减小，所以 $v_1 > v_2$ ，过近地点圆周运动的速度

度为 $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ ，由于“东方红一号”在椭圆上运动，所以 $v_1 > \sqrt{\frac{GM}{r}}$ ，故 B 正确。

5. 一匀强电场的方向竖直向上， $t=0$ 时刻，一带电粒子以一定初速度水平射入该电场，电场力对粒子做功的功率为 P ，不计粒子重力，则 $P-t$ 关系图象是



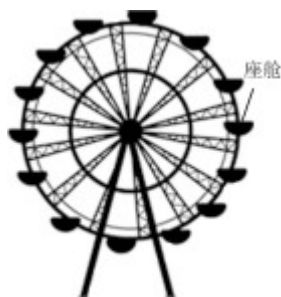
【答案】A

【详解】由于带电粒子在电场中类平抛运动，在电场力方向上做匀加速直线运动，加速度为 $\frac{qE}{m}$ ，经过时

间 t ，电场力方向速度为 $\frac{qE}{m}t$ ，功率为 $P = Fv = qE \times \frac{qE}{m}t$ ，所以 P 与 t 成正比，故 A 正确。

二、多项选择题：本题共 4 小题，每小题 4 分，共计 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. 如图所示，摩天轮悬挂的座舱在竖直平面内做匀速圆周运动。座舱的质量为 m ，运动半径为 R ，角速度大小为 ω ，重力加速度为 g ，则座舱

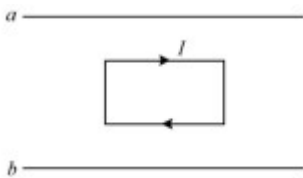


- A. 运动周期为 $\frac{2\pi R}{\omega}$
- B. 线速度的大小为 ωR
- C. 受摩天轮作用力的大小始终为 mg
- D. 所受合力的大小始终为 $m\omega^2 R$

【答案】BD

【详解】由于座舱做匀速圆周运动，由公式 $\omega = \frac{2\pi}{T}$ ，解得： $T = \frac{2\pi}{\omega}$ ，故 A 错误；由圆周运动的线速度与角速度的关系可知， $v = \omega R$ ，故 B 正确；由于座舱做匀速圆周运动，所以座舱受到摩天轮的作用力是变力，不可能始终为 mg ，故 C 错误；由匀速圆周运动的合力提供向心力可得： $F_{\text{合}} = m\omega^2 R$ ，故 D 正确。

7. 如图所示，在光滑的水平桌面上， a 和 b 是两条固定的平行长直导线，通过的电流强度相等。矩形线框位于两条导线的正中间，通有顺时针方向的电流，在 a 、 b 产生的磁场作用下静止。则 a 、 b 的电流方向可能是



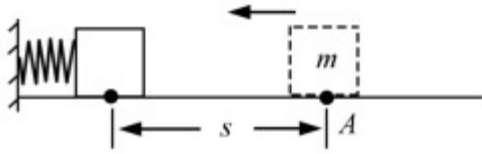
- A. 均向左
- B. 均向右
- C. a 的向左， b 的向右
- D. a 的向右， b 的向左

【答案】CD

【详解】由右手螺旋定则可知，若 a 、 b 两导线的电流方向相同，在矩形线框上、下边处产生的磁场方向相反，由于矩形线框上、下边的电流方向也相反，则矩形线框上、下边所受的安培力相反，所以不可以平衡，则要使矩形线框静止， a 、 b 两导线的电流方向相反，故 CD 正确。

8. 如图所示，轻质弹簧的左端固定，并处于自然状态。小物块的质量为 m ，从 A 点向左沿水平地面运动，

压缩弹簧后被弹回，运动到 A 点恰好静止。物块向左运动的最大距离为 s ，与地面间的动摩擦因数为 μ ，重力加速度为 g ，弹簧未超出弹性限度。在上述过程中



- A. 弹簧的最大弹力为 μmg
- B. 物块克服摩擦力做的功为 $2\mu mgs$
- C. 弹簧的最大弹性势能为 μmgs
- D. 物块在 A 点的初速度为 $\sqrt{2\mu gs}$

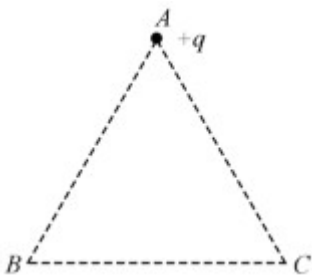
【答案】 BC

【详解】 小物块压缩弹簧最短时有 $F_{\text{弹}} > \mu mg$ ，故 A 错误；全过程小物块的路程为 $2s$ ，所以全过程中克服摩擦力做的功为： $\mu mg \cdot 2s$ ，故 B 正确；小物块从弹簧压缩最短处到 A 点由能量守恒得：

$E_{p\text{max}} = \mu mgs$ ，故 C 正确；小物块从 A 点返回 A 点由动能定理得： $-\mu mg \cdot 2s = 0 - \frac{1}{2}mv_0^2$ ，解得：

$v_0 = 2\sqrt{\mu gs}$ ，故 D 错误。

9. 如图所示， ABC 为等边三角形，电荷量为 $+q$ 的点电荷固定在 A 点。先将一电荷量也为 $+q$ 的点电荷 Q_1 从无穷远处（电势为 0）移到 C 点，此过程中，电场力做功为 $-W$ 。再将 Q_1 从 C 点沿 CB 移到 B 点并固定。最后将一电荷量为 $-2q$ 的点电荷 Q_2 从无穷远处移到 C 点。下列说法正确的有



- A. Q_1 移入之前, C 点的电势为 $\frac{W}{q}$
- B. Q_1 从 C 点移到 B 点的过程中, 所受电场力做的功为 0
- C. Q_2 从无穷远处移到 C 点的过程中, 所受电场力做的功为 $2W$
- D. Q_2 在移到 C 点后的电势能为 $-4W$

【答案】 ABD

【详解】 由题意可知, C 点的电势为 $\varphi_C = \frac{E_p}{q} = \frac{W}{q}$, 故 A 正确; 由于 B 、 C 两点到 A 点($+q$) 的距离相等,

所以 B 、 C 两点的电势相等, 所以 Q_1 从 C 点移到 B 点的过程中, 电场力做功为 0, 故 B 正确; 由于 B 、 C

两点的电势相等, 所以当在 B 点固定 Q_1 后, C 点的电势为 $\frac{2W}{q}$, 所以 Q_2 从无穷远移到 C 点过程中, 电场

力做功为: $W = qU = -2q \times \left(0 - \frac{2W}{q} \right) = 4W$ 故 C 错误;

由于 C 点的电势为 $\frac{2W}{q}$, 所以电势能为 $E_p = -4W$, 故 D 正确。

三、简答题：本题分必做题（第 10~12 题）和选做题（第 13 题）两部分，共计 42 分。请将解答填写在答题卡相应的位置。

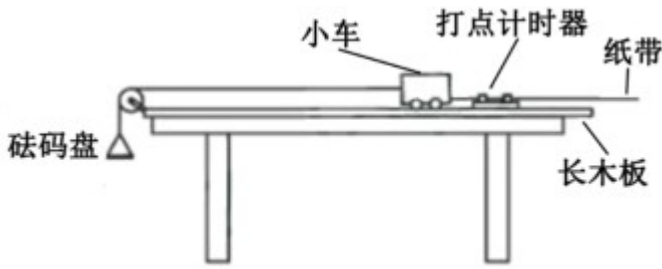
【必做题】

10. 某兴趣小组用如题 1 图所示 装置验证动能定理。

(1) 有两种工作频率均为 50Hz 的打点计时器供实验选用：

- A. 电磁打点计时器
- B. 电火花打点计时器

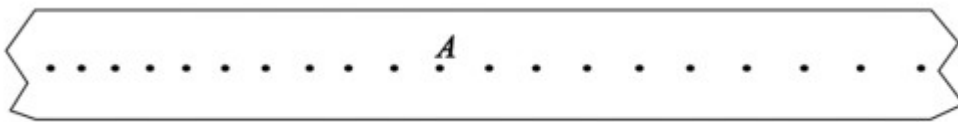
为使纸带在运动时受到的阻力较小, 应选择 _____ (选填“ A ”或“ B ”)。



1图

(2) 保持长木板水平，将纸带固定在小车后端，纸带穿过打点计时器的限位孔。实验中，为消除摩擦力的影响，在砝码盘中慢慢加入沙子，直到小车开始运动。同学甲认为此时摩擦力的影响已得到消除。同学乙认为还应从盘中取出适量沙子，直至轻推小车观察到小车做匀速运动。看法正确的同学是_____（选填“甲”或“乙”）。

(3) 消除摩擦力影响后，在砝码盘中加入砝码。接通打点计时器电源，松开小车，小车运动。纸带被打出一系列点，其中的一段如题2图所示。图中纸带按实际尺寸画出，纸带上A点的速度 $v_A =$ _____ m/s。



2图

(4) 测出小车的质量为 M ，再测出纸带上起点到A点的距离为 L 。小车动能的变化量可用 $\Delta E_k = \frac{1}{2} M v_A^2$ 算出。砝码盘中砝码的质量为 m ，重力加速度为 g ；实验中，小车的质量应_____（选填“远大于”“远小于”或“接近”）砝码、砝码盘和沙子的总质量，小车所受合力做的功可用 $W = mgL$ 算出。多次测量，若 W 与 ΔE_k 均基本相等则验证了动能定理。

【答案】 (1). B (2). 乙 (3). 0.31 (0.30~0.33 都算对) (4). 远大于

【详解】 (1)为使纸带在运动时受到的阻力较小，应选电火花打点计时器即 B；

(2)当小车开始运动时有小车与木板间的摩擦为最大静摩擦力，由于最大静摩擦力大于滑动摩擦力，所以甲同学的想法错误，乙同学的想法正确；

(3)由图可知，相邻两点间的距离约为 0.62cm，打点时间间隔为 0.02s，所以速度为

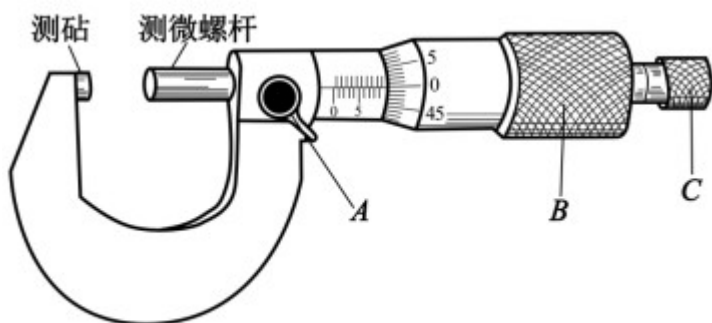
$$v = \frac{s}{t} = \frac{0.0062}{0.02} \text{ m/s} = 0.31 \text{ m/s} ;$$

(4)对小车由牛顿第二定律有： $T = Ma$ ，对砝码盘由牛顿第二定律有： $mg - T = ma$ 联立解得：

$$T = \frac{Mmg}{m+M} = \frac{mg}{1+\frac{m}{M}}, \text{ 当 } M \gg m \text{ 时有: } T \approx mg, \text{ 所以应满足: } M \gg m.$$

11. 某同学测量一段长度已知的电阻丝的电阻率. 实验操作如下:

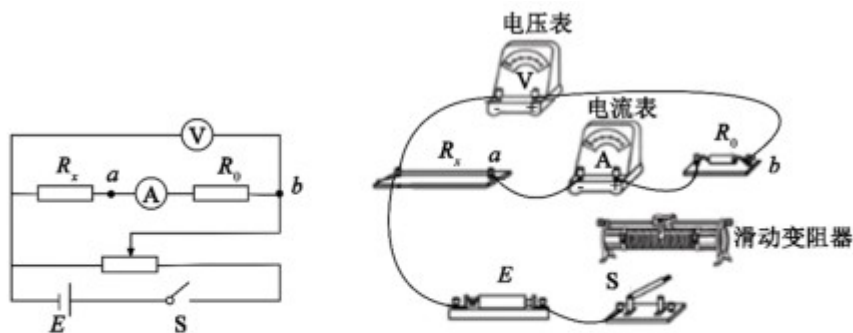
(1) 螺旋测微器如题 1 图所示. 在测量电阻丝直径时, 先将电阻丝轻轻地夹在测砧与测微螺杆之间, 再旋动_____ (选填“*A*”“*B*”或“*C*”), 直到听见“喀喀”的声音, 以保证压力适当, 同时防止螺旋测微器的损坏.



1图

(2) 选择电阻丝的_____ (选填“同一”或“不同”) 位置进行多次测量, 取其平均值作为电阻丝的直径.

(3) 2 图甲中 R_x 为待测电阻丝. 请用笔画线代替导线, 将滑动变阻器接入 2 图乙实物电路中的正确位置



甲

乙

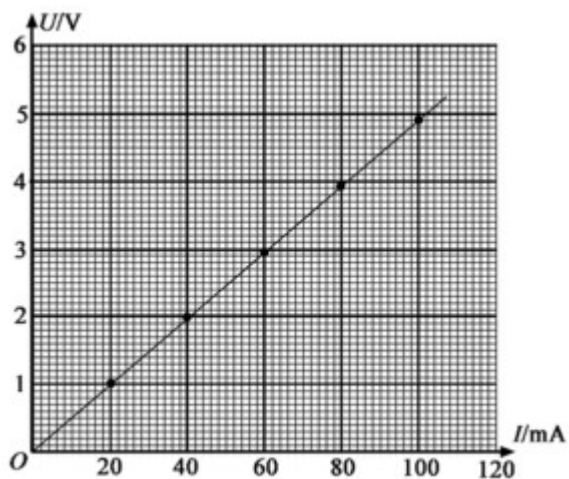
2图

(4) 为测量 R , 利用 2 图甲所示的电路, 调节滑动变阻器测得 5 组电压 U_1 和电流 I_1 的值, 作出的 U_1-I_1 关系图象如图图所示. 接着, 将电压表改接在 a 、 b 两端, 测得 5 组电压 U_2 和电流 I_2 的值, 数据见下表:

U_2/V	0.50	1.02	1.54	2.05	2.55
I_2/mA	20.0	40.0	60.0	80.0	100.0

--	--	--	--	--	--

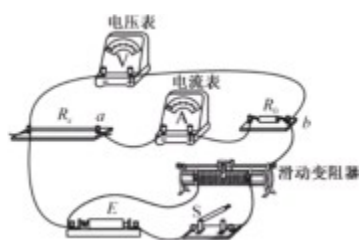
请根据表中的数据，在方格纸上作出 U_2-I_2 图象。 ____



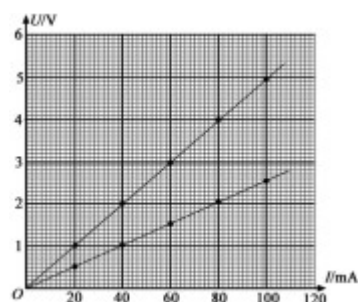
3 图

(5) 由此，可求得电阻丝的 $R_x =$ ____ Ω 。根据电阻定律可得到电阻丝的电阻率。

【答案】 (1). C (2). 不同 (3).



(4).

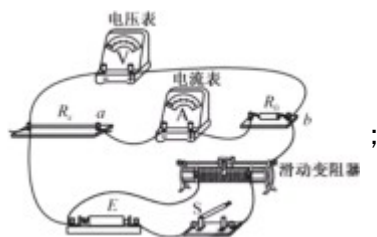


(5). 23.5 (23.0~24.0 都算对)

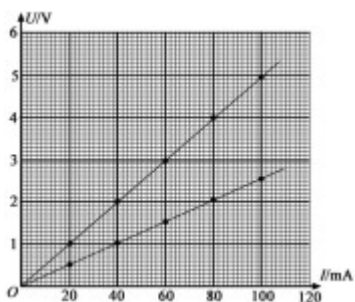
【详解】(1)在测量时，为了不损坏被测物体，最后也改用微调旋钮即 C，直到听见“喀喀”的响声；

(2)为了减小测量误差，应选用电阻丝不同位置进行多次测量；

(3)按照原理图，将实物图连线如图：



(4)将表格中各组数据在坐标纸上描出，再连成一条直线，如图：



当电压表按甲图连接时，电压表测的电压为 R_x, R_0 的电压之和，当电压表接在 $a、b$ 间时，电压表测的电

压为 R_0 的电压，由图可得： $R_x + R_0 = \frac{1.96}{0.04} \Omega = 49 \Omega$ ， $R_0 = \frac{2.04}{0.08} \Omega = 25.5 \Omega$ ，所以 $R_x = 23.5 \Omega$ 。

[选修 3-5]

12. 质量为 M 的小孩站在质量为 m 的滑板上，小孩和滑板均处于静止状态，忽略滑板与地面间的摩擦。小孩沿水平方向跃离滑板，离开滑板时的速度大小为 v ，此时滑板的速度大小为_____。

- A. $\frac{m}{M}v$ B. $\frac{M}{m}v$ C. $\frac{m}{m+M}v$ D. $\frac{M}{m+M}v$

【答案】 B

【详解】 设滑板的速度为 u ，小孩和滑板动量守恒得： $0 = mu - Mv$ ，解得： $u = \frac{M}{m}v$ ，故 B 正确。

13. 100 年前，卢瑟福用 α 粒子轰击氮核打出了质子。后来，人们用 α 粒子轰击 ${}^{60}_{28}\text{Ni}$ 核也打出了质子：

${}^4_2\text{He} + {}^{60}_{28}\text{Ni} \rightarrow {}^{62}_{29}\text{Cu} + {}^1_1\text{H} + X$ ；该反应中的 X 是_____（选填“电子”“正电子”或“中子”）。此后，对原子核反应的持续研究为核能利用提供了可能。目前人类获得核能的主要方式是_____（选填“核衰变”“核裂变”或“核聚变”）。

【答案】 (1). 中子 (2). 核裂变

【详解】由质量数和电荷数守恒得：X 应为： ${}^1_0\text{n}$ 即为中子，由于衰变是自发的，且周期与外界因素无关，核聚变目前还无法控制，所以目前获得核能的主要方式是核裂变；

14. 在“焊接”视网膜的眼科手术中，所用激光的波长 $\lambda=6.4\times 10^7\text{m}$ ，每个激光脉冲的能量 $E=1.5\times 10^{-2}\text{J}$ 。求每个脉冲中的光子数目。（已知普朗克常量 $h=6.63\times 10^{-34}\text{J}\cdot\text{s}$ ，光速 $c=3\times 10^8\text{m/s}$ 。计算结果保留一位有效数字）

【答案】光子能量 $\varepsilon = \frac{hc}{\lambda}$ ，光子数目 $n = \frac{E}{\varepsilon}$ ，代入数据得 $n=5\times 10^{16}$

【详解】每个光子的能量为 $E_0 = h\nu = h\frac{c}{\lambda}$ ，每个激光脉冲的能量为 E ，所以每个脉冲中的光子个数为：

$$N = \frac{E}{E_0}，\text{联立且代入数据解得：} N = 5 \times 10^{16} \text{ 个。}$$

【选做题】

本题包括 A、B 两小题，请选定其中一小题，并在相应的答题区域内作答。若多做，则按 A

小题评分。

A. [选修 3-3]

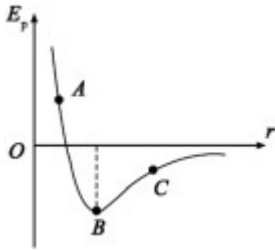
15. 在没有外界影响的情况下，密闭容器内的理想气体静置足够长时间后，该气体_____。

- A. 分子的无规则运动停息下来
B. 每个分子的速度大小均相等
C. 分子的平均动能保持不变
D. 分子的密集程度保持不变

【答案】CD

【详解】分子的无规则运动则为分子的热运动，由分子动理论可知，分子热运动不可能停止，故 A 错误；密闭容器内的理想气体，温度不变，所以分子平均动能不变，但并不是每个分子的动能都相等，故 B 错误，C 正确；由于没有外界影响且容器密闭，所以分子的密集程度不变，故 D 正确。

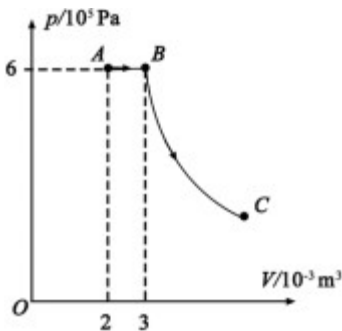
16. 由于水的表面张力，荷叶上的小水滴总是球形的。在小水滴表面层中，水分子之间的相互作用总体上表现为_____（选填“引力”或“斥力”）。分子势能 E_p 和分子间距离 r 的关系图象如图所示，能总体上反映小水滴表面层中水分子 E_p 的是图中_____（选填“A”“B”或“C”）的位置。



【答案】 (1). 引力 (2). C

【详解】 由于在小水滴表面层中，水分子间的距离大于 r_0 ，所以水分子之间的相互作用总体上表现为引力，由于当分子间距离为 r_0 时，分子间作用力为 0，分子势能最小即图中的 B 点，由于表面层中分子间距大于 r_0 ，所以能总体反映小水滴表面层中水分子势能的是 C 位置。

17. 如图所示，一定质量理想气体经历 $A \rightarrow B$ 的等压过程， $B \rightarrow C$ 的绝热过程（气体与外界无热量交换），其中 $B \rightarrow C$ 过程中内能减少 900J。求 $A \rightarrow B \rightarrow C$ 过程中气体对外界做的总功。



【答案】 $W=1500\text{J}$

【详解】 由题意可知， $A \rightarrow B$ 过程为等压膨胀，所以气体对外做功为： $W_1 = -P(V_B - V_A)$

$B \rightarrow C$ 过程：由热力学第一定律得： $W_2 = \Delta U$

则气体对外界做的总功为： $W = -(W_1 + W_2)$

代入数据解得： $W = 1500\text{J}$ 。

B . [选修 3-4]

18.一单摆做简谐运动，在偏角增大的过程中，摆球的___。

- A. 位移增大
- B. 速度增大
- C. 回复力增大
- D. 机械能增大

【答案】 AC

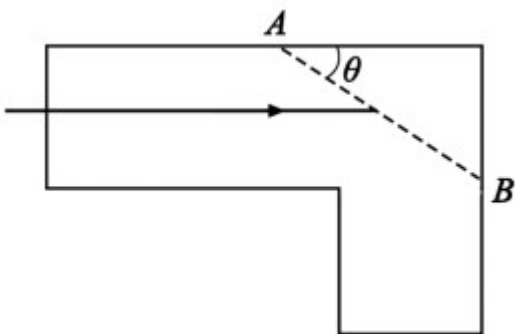
【详解】 由简谐运动的特点可知，当偏角增大，摆球偏离平衡位置的位移增大，故 A 正确；当偏角增大，动能转化为重力势能，所以速度减小，故 B 错误；由回复力 $F = -kx$ 可知，位移增大，回复力增大，故 C 正确，单摆做简谐运动过程中只有重力做功，所以机械能守恒，故 D 错误；

19.将两支铅笔并排放在一起，中间留一条狭缝，通过这条狭缝去看与其平行的日光灯，能观察到彩色条纹，这是由于光的_____（选填“折射”“干涉”或“衍射”）。当缝的宽度_____（选填“远大于”或“接近”）光波的波长时，这种现象十分明显。

【答案】 (1). 衍射 (2). 接近

【详解】 通过两支铅笔中间 缝能看到彩色条纹，说明光绕过缝而到人的眼睛，所以这是由于光的衍射现象，由发生明显衍射条件可知，当缝的宽度与光波的波长接近或比光波的波长少得多时能发生明显衍射现象；

20.如图所示，某 L 形透明材料的折射率 $n=2$ 。现沿 AB 方向切去一角， AB 与水平方向的夹角为 θ 。为使水平方向的光线射到 AB 面时不会射入空气，求 θ 的最大值。



【答案】 $\theta = 60^\circ$

【详解】 要使光线不会射入空气，即发生全反射，设临界角为 C ，即有：

$$\sin C = \frac{1}{n}$$

由几何关系得：

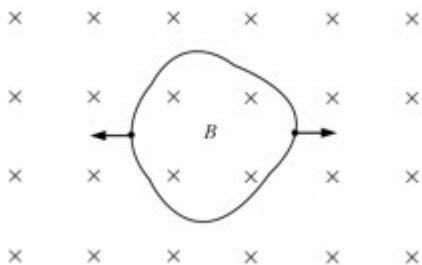
$$C + \theta = 90^\circ$$

联立解得： $\theta = 60^\circ$ 。

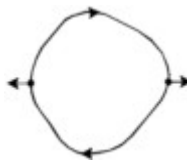
四、计算题：本题共3小题，共计47分。解答时请写出必要的文字说明、方程式和重要的演算步骤。只写出最后答案的不能得分。有数值计算的题，答案中必须明确写出数值和单位。

21. 如图所示，匀强磁场中有一个用软导线制成的单匝闭合线圈，线圈平面与磁场垂直。已知线圈的面积 $S=0.3\text{m}^2$ 、电阻 $R=0.6\Omega$ ，磁场的磁感应强度 $B=0.2\text{T}$ 。现同时向两侧拉动线圈，线圈的两边在 $\Delta t=0.5\text{s}$ 时间内合到一起。求线圈在上述过程中

- (1) 感应电动势的平均值 E ；
- (2) 感应电流的平均值 I ，并在图中标出电流方向；
- (3) 通过导线横截面的电荷量 q 。



【答案】 (1) $E=0.12\text{V}$ ； (2) $I=0.2\text{A}$ (电流方向见图)； (3) $q=0.1\text{C}$



详解】 (1) 由法拉第电磁感应定律有：

$$\text{感应电动势的平均值 } E = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

$$\text{磁通量的变化 } \Delta\Phi = B\Delta S$$

解得： $E = \frac{B\Delta S}{\Delta t}$

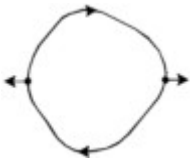
代入数据得： $E=0.12V$ ；

(2) 由闭合电路欧姆定律可得：

平均电流 $I = \frac{E}{R}$

代入数据得 $I=0.2A$

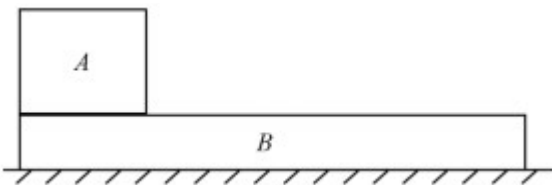
由楞次定律可得，感应电流方向如图：



(3) 由电流的定义式 $I = \frac{q}{\Delta t}$ 可得：电荷量 $q=I\Delta t$ 代入数据得 $q=0.1C$ 。

22. 如图所示，质量相等的物块 A 和 B 叠放在水平地面上，左边缘对齐。 A 与 B 、 B 与地面间的动摩擦因数均为 μ 。先敲击 A ， A 立即获得水平向右的初速度，在 B 上滑动距离 L 后停下。接着敲击 B ， B 立即获得水平向右的初速度， A 、 B 都向右运动，左边缘再次对齐时恰好相对静止，此后两者一起运动至停下。最大静摩擦力等于滑动摩擦力，重力加速度为 g 。求：

- (1) A 被敲击后获得的初速度大小 v_A ；
- (2) 在左边缘再次对齐的前、后， B 运动加速度的大小 a_B 、 a_B' ；
- (3) B 被敲击后获得的初速度大小 v_B 。



【答案】 (1) $v_A = \sqrt{2\mu g L}$ ； (2) $a_B = 3\mu g$ ， $a_B' = \mu g$ ； (3) $v_B = 2\sqrt{2\mu g L}$

【详解】 (1) 由牛顿运动定律知， A 加速度的大小 $a_A = \mu g$
 匀变速直线运动 $2a_A L = v_A^2$

解得 $v_A = \sqrt{2\mu gL}$

(2) 设 A 、 B 的质量均为 m

对齐前， B 所受合外力大小 $F=3\mu mg$

由牛顿运动定律 $F=ma_B$ ，得 $a_B=3\mu g$

对齐后， A 、 B 所受合外力大小 $F'=2\mu mg$

由牛顿运动定律 $F'=2ma_B'$ ，得 $a_B'=\mu g$

(3) 经过时间 t ， A 、 B 达到共同速度 v ，位移分别为 x_A 、 x_B ， A 加速度的大小等于 a_A

则 $v=a_At$ ， $v=v_B-a_Bt$

$$x_A = \frac{1}{2}a_At^2, x_B = v_Bt - \frac{1}{2}a_Bt^2$$

且 $x_B-x_A=L$

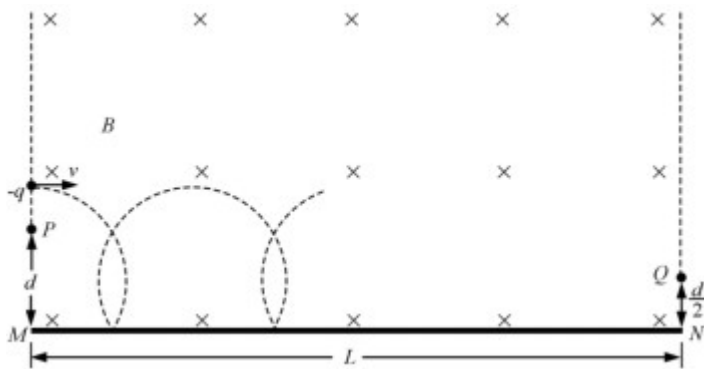
解得 $v_B = 2\sqrt{2\mu gL}$ 。

23. 如图所示，匀强磁场的磁感应强度大小为 B 。磁场中的水平绝缘薄板与磁场的左、右边界分别垂直相交于 M 、 N ， $MN=L$ ，粒子打到板上时会被反弹（碰撞时间极短），反弹前后水平分速度不变，竖直分速度大小不变、方向相反。质量为 m 、电荷量为 $-q$ 的粒子速度一定，可以从左边界的不同位置水平射入磁场，在磁场中做圆周运动的半径为 d ，且 $d < L$ ，粒子重力不计，电荷量保持不变。

(1) 求粒子运动速度的大小 v ；

(2) 欲使粒子从磁场右边界射出，求入射点到 M 的最大距离 d_m ；

(3) 从 P 点射入的粒子最终从 Q 点射出磁场， $PM=d$ ， $QN=\frac{d}{2}$ ，求粒子从 P 到 Q 的运动时间 t 。



【答案】 (1) $v = \frac{qBd}{m}$; (2) $d_m = \frac{2+\sqrt{3}}{2}d$; (3) A. 当 $L = nd + (1 - \frac{\sqrt{3}}{2})d$ 时 ,

$$t = (\frac{L}{d} + \frac{3\sqrt{3}-4}{6}) \frac{\pi m}{2qB} , \text{ B. 当 } L = nd + (1 + \frac{\sqrt{3}}{2})d \text{ 时 , } t = (\frac{L}{d} - \frac{3\sqrt{3}-4}{6}) \frac{\pi m}{2qB}$$

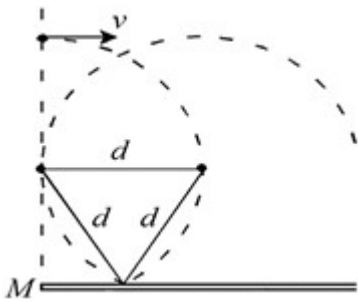
【详解】(1) 粒子在磁场中做匀速圆周运动由洛伦兹力提供向心力有 :

$$qvB = m \frac{v^2}{R} , \text{ 解得 : } R = \frac{mv}{qB}$$

由题可得 : $R = d$

$$\text{解得 } v = \frac{qBd}{m} ;$$

(2) 如图所示, 粒子碰撞后的运动轨迹恰好与磁场左边界相切



由几何关系得 $d_m = d (1 + \sin 60^\circ)$

$$\text{解得 } d_m = \frac{2+\sqrt{3}}{2}d$$

(3) 粒子的运动周期 $T = \frac{2\pi m}{qB}$

设粒子最后一次碰撞到射出磁场的时间为 t' , 则

$$t = n \frac{T}{4} + t' (n = 1, 3, 5, \dots)$$

A.当 $L = nd + (1 - \frac{\sqrt{3}}{2})d$ 时，粒子斜向上射出磁场

$$t' = \frac{1}{12}T \text{ 解得 } t = (\frac{L}{d} + \frac{3\sqrt{3} - 4}{6}) \frac{\pi m}{2qB}$$

B.当 $L = nd + (1 + \frac{\sqrt{3}}{2})d$ 时，粒子斜向下射出磁场

$$t' = \frac{5}{12}T \text{ 解得 } t = (\frac{L}{d} - \frac{3\sqrt{3} - 4}{6}) \frac{\pi m}{2qB}。$$