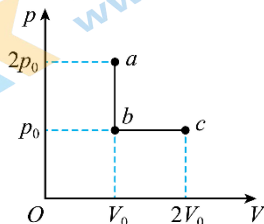


# 北京十五中高三年级阶段测试物理试卷 2023.3

## 一. 单项选择题 (本题共 14 小题, 每小题 3 分, 共 42 分)

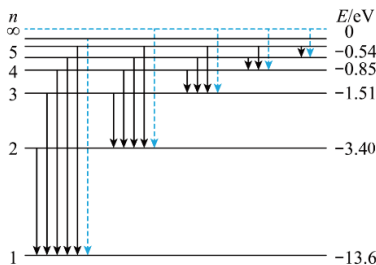
1. 一定质量的理想气体由状态 a 变为状态 b, 再变为状态 c, 其  $p-V$  如下图所示。下列说法正确的是 ( )

- A. 由状态 a 沿图像变化到状态 b 气体温度升高
- B. 由状态 b 沿图像变化到状态 c 气体温度升高
- C. 由状态 a 沿图像变化到状态 b 气体要从外界吸热
- D. 气体在状态 c 的内能大于在状态 a 的内能



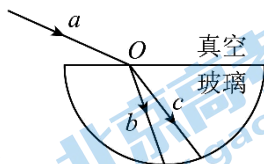
2. 如图所示为氢原子的能级示意图, 则下列说法正确的是 ( )

- A.  $n=2$  能级的氢原子电离至少需要 10.20eV 的能量
- B.  $n=4$  能级的氢原子跃迁到  $n=1$  能级需要吸收 0.85eV 的能量
- C. 大量处于基态的氢原子吸收某频率的光子跃迁到  $n=3$  能级时, 可向外辐射两种不同频率的光子
- D. 用氢原子从  $n=4$  能级跃迁到  $n=1$  能级辐射出的光照射逸出功为 2.25eV 的金属时, 逸出的光电子的最大初动能为 10.5eV



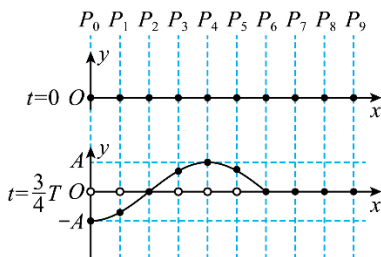
3. 如图所示, 横截面为半圆形的玻璃砖放置在真空中, 光束 a 经 O 射入玻璃砖, 折射光为 b、c 两束单色光。下列说法正确的是 ( )

- A. 玻璃砖对光束 b 的折射率小于对光束 c 的折射率
- B. 在玻璃砖中光束 b 的传播速度大于光束 c 的传播速度
- C. 在真空中光束 b 的波长小于光束 c 的波长
- D. 从玻璃射向真空时, 光束 c 发生全反射的临界角小

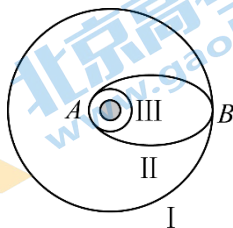


4. 在如图所示的  $xOy$  坐标系中, 一条弹性绳沿  $x$  轴放置, 图中小黑点代表绳上的质点, 相邻质点的间距为  $a$ 。  $t=0$  时,  $x=0$  处的质点  $P_0$  开始沿  $y$  轴做周期为  $T$ 、振幅为  $A$  的简谐运动。  $t=3T/4$  时的波形如图所示。下列说法正确的是 ( )

- A.  $t=0$  时, 质点  $P_0$  沿  $y$  轴负方向运动
- B.  $t=3T/4$  时, 质点  $P_4$  的速度最大
- C.  $t=3T/4$  时, 质点  $P_3$  和  $P_5$  相位相同
- D. 该列绳波的波速为  $8a/T$



5. “太空垃圾”已经成为了航天安全的重要威胁,为了安全航天“太空垃圾”的回收清理势在必行,科学家构想向太空发射清洁卫星,通过变换轨道对“太空垃圾”进行清理,如图所示,其过程简化为清洁卫星先进入绕地球圆轨道 III,经过与其相切的绕地球椭圆轨道 II 再转移到绕地球圆轨道 I,  $A$ 、 $B$  分别为椭圆轨道 II 上的近地点和远地点。清洁卫星在变轨过程中质量视为不变。则下列说法正确的是 ( )



- A. 清洁卫星在轨道 II 上  $B$  点的加速度小于在轨道 I 上  $B$  点的加速度
- B. 清洁卫星在轨道 I 上的运行周期小于在轨道 II 的运行周期
- C. 清洁卫星在轨道 II 上  $A$  点时的速率等于在轨道 III 上  $A$  点时的速率
- D. 在轨道 II 上,清洁卫星在  $A$  点的机械能等于在  $B$  点的机械能,从  $A$  到  $B$ ,引力做负功

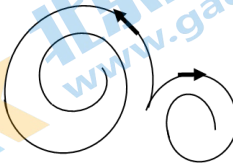
6. 我国女子短道速滑队曾在世锦赛上实现女子 3000m 接力三连冠。观察发现,“接棒”的运动员甲提前站在“交棒”的运动员乙前面,并且开始向前滑行,待乙追上甲时,乙猛推甲一把,使甲获得更大的速度向前冲出。在乙推甲的过程中,忽略运动员与冰面之间在水平方向上的相互作用,则 ( )

- A. 甲与乙的加速度大小相等方向相反
- B. 甲对乙的冲量一定与乙对甲的冲量相同
- C. 甲、乙的动量变化一定大小相等方向相反
- D. 甲的动能增加量一定等于乙的动能减少量

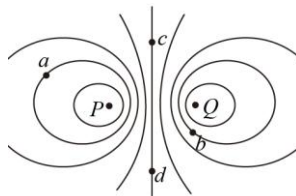


7. 人们在气泡室中,观察到一对正负电子的运动轨迹,如图所示。已知匀强磁场的方向垂直照片平面向外,电子重力忽略不计,则下列说法正确的是 ( )

- A. 右侧为负电子运动轨迹
- B. 正电子与负电子分离瞬间,正电子速度大于负电子速度
- C. 正、负电子所受洛伦兹力始终相同
- D. 正、负电子在气泡室运动时,动能减小、半径减小、周期不变

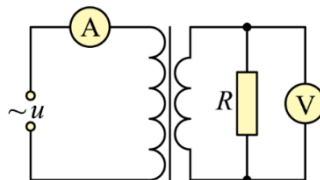


8. 空间中  $P$ 、 $Q$  两点处各固定一个点电荷,其中  $P$  为正电荷。 $P$ 、 $Q$  两点附近电场的等势面分布如图所示,相邻等势面间电势差相等,  $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$  为电场中的 4 个点。下列说法正确的是 ( )



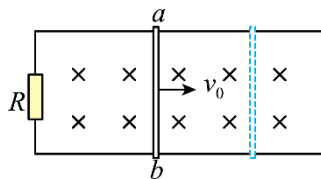
- A.  $P$ 、 $Q$  两点处的电荷带同种电荷  
 B.  $c$  点与  $d$  点场强方向相同,  $a$  点电场强度大于  $b$  点电场强度  
 C.  $a$  点电势高于  $b$  点电势,  $c$  点电势等于  $d$  点电势  
 D. 电子在  $a$  电势能比在  $b$  点的电势能大

9. 如图所示, 理想变压器的原线圈接在  $u=220\sqrt{2}\sin 100\pi t\text{V}$  的交流电源上, 副线圈接有  $R=11\Omega$  的负载电阻, 原、副线圈匝数之比为 2:1, 电流表、电压表均为理想电表。下列说法正确的是 ( )



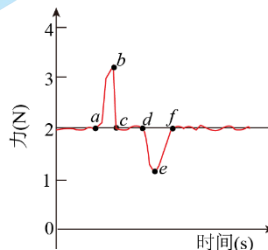
- A. 交流电 1s 内电流方向改变了 100 次  
 B. 电压表的读数为 156V  
 C. 电流表的读数为 20.0A  
 D. 原线圈的输入功率为 2200W

10. 如图所示, 在竖直向下的强磁场中, 水平  $U$  型导体框左端连接一阻值为  $R$  的电阻, 质量为  $m$ , 电阻为  $r$  的导体棒  $ab$  置于导体框上。不计导体框的电阻和导体棒与框间的摩擦。  $ab$  以水平向右的初速度  $v_0$  开始运动, 最终停在导体框上。在此过程中, 下列说法正确的是 ( )



- A. 导体棒中电流保持不变  
 B. 导体棒中感应电流的方向为  $b \rightarrow a$ ,  $ab$  间电势差为  $BLv_0$   
 C. 导体棒克服安培力做的功等于  $\frac{1}{2}mv_0^2$   
 D. 导体棒刚开始运动时克服安培力做功的瞬时功率  $\frac{B^2L^2v_0^2}{R}$

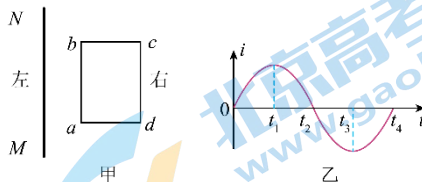
11. 一物理学习小组在竖直电梯里研究超重失重现象: 力传感器上端固定在铁架台上, 下端悬挂一个质量为  $m$  的钩码。当电梯在 1 楼和 3 楼之间运行时, 数据采集系统采集到拉力  $F$  随时间  $t$  的变化如图所示。忽略由于轻微抖动引起的示数变化, 下列说法正确的是



- A.  $a$  到  $b$  过程中电梯向上运动,  $b$  到  $c$  过程中电梯向下运动  
 B.  $a$  到  $c$  过程中钩码的机械能先增加后减小  
 C. 图形  $abc$  的面积等于图形  $def$  的面积

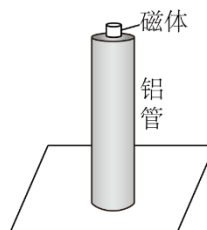
D.  $a$  到  $b$  过程中钩码处于超重状态,  $b$  到  $c$  过程中钩码处于失重状态

12. 如图甲所示, 在长直导线  $MN$  旁放有一闭合导线框  $abcd$ , 长直导线与导线框在同一平面内, 长直导线中通有如图乙所示的交变电流。规定电流沿  $MN$  的方向为正, 下列说法中正确的是 ( )



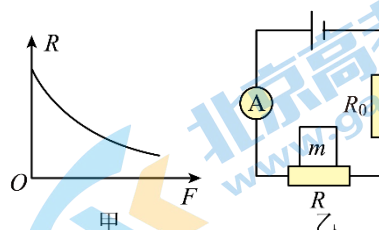
- A.  $0 \sim t_1$  时间内, 线框中产生沿  $abcd$  方向的感应电流
- B.  $0 \sim t_1$  时间内, 线框受到向右的安培力
- C.  $t_2$  时刻通过线框的磁通量最大
- D.  $t_1 \sim t_3$  时间内, 线框受到的安培力方向不变

13. 如图所示, 铝管竖直置于水平桌面上, 小磁体从铝管正上方由静止开始下落, 在磁体穿过铝管的过程中, 磁体不与管壁接触, 且无翻转, 不计空气阻力。下列选项正确的是 ( )



- A. 磁体做匀加速直线运动
- B. 磁体的机械能守恒
- C. 磁体动能的增加量小于重力势能的减少量
- D. 铝管对桌面的压力大于铝管和磁体的重力之和

14. 某压敏电阻的阻值  $R$  随压力  $F$  变化的规律如图甲所示, 将它水平放在电梯地板上并接入如图乙所示的电路中, 在其受压面上放一物体  $m$ , 即可通过电路中电流表  $A$  的示数  $I$  来研究电梯的运动情况。已知电梯静止时电流表的示数为  $I_0$ 。下列说法正确的是 ( )



- A. 若示数  $I = I_0$ , 则电梯一定处于静止状态
- B. 若示数  $I$  保持不变, 则电梯一定做匀速运动
- C. 若示数  $I$  在增大, 则电梯的速度在增大
- D. 若示数  $I > I_0$ , 则电梯可能在减速向下运动

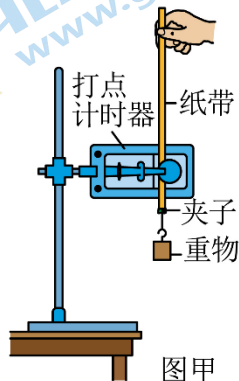
## 二. 实验题（本题共 2 小题，共 14 分）

15. 两位同学做“验证机械能守恒定律”实验。

（1）小红采用如图甲所示的实验装置。

①在实验过程中，下列说法正确的是\_\_\_\_\_；

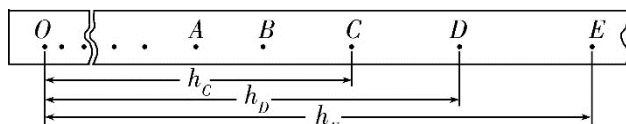
- A. 实验时应先接通打点计时器的电源再释放纸带
- B. 打点计时器、天平和刻度尺是实验中必须使用的仪器
- C. 纸带与打点计时器的两个限位孔要在同一竖直线上
- D. 重物的密度大小不影响实验结果



图甲

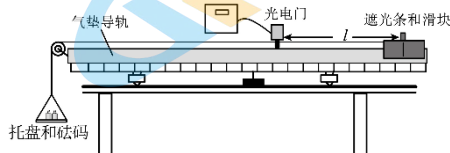
②在一次实验中，重物自由下落，在纸带上打出一系列的点，如图乙所示。在纸带上选取连续打出的 5 个点 A、B、C、D、E，测得 C、D、E 三个点到起始点 O 的距离分别为  $h_C$ 、 $h_D$ 、 $h_E$ 。已知当地重力加速度为  $g$ ，打点计时器打点的周期为  $T$ 。设重物的质量为  $m$ ，则从打下 O 点到打下 D 点的过程中，重物的重力势能变化量为\_\_\_\_\_，动能增加量为\_\_\_\_\_。（用上述测量量和已知量的符号表示）

实验结果发现物体的重力势能减小量  $\Delta E_p$  略大于动能增加量  $\Delta E_k$  这是因为\_\_\_\_\_。



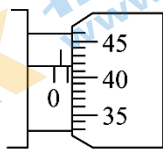
图乙

（2）小明同学采用如图丙所示的实验装置。实验前，将气垫导轨调至水平，测出挡光条的宽度为  $d$ ，并将滑块移到图示位置，测出挡光条到光电门的距离为  $l$ 。释放滑块，读出挡光条通过光电门的挡光时间为  $t$ 。多次改变光电门的位置，每次均令滑块自同一点开始滑动，测量相应的  $l$  与  $t$  值，他观察到  $1/t^2 - l$  图线是一条过原点的直线，于是就判断实验中系统的机械能守恒。你是否同意他的观点？请说明理由；若不同意，还需说明要测量的物理量

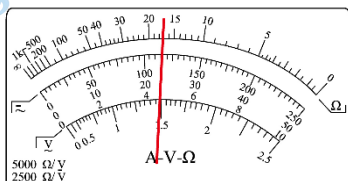


图丙

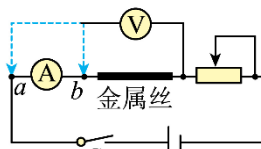
16. 在“测定金属丝的电阻率”的实验中，某同学进行了如下操作：



甲



乙



丙

(1) 用毫米刻度尺测量接入电路中的金属丝的有效长度  $L$ ，再用螺旋测微器测量金属丝的直径  $D$ ，如图甲所示，则  $D=$ \_\_\_\_\_mm。

(2) 该同学接着用欧姆表粗测该金属丝的电阻，他进行了如下操作：先用“ $\times 10$ ”挡测量时发现指针偏转角度过大，则应该换用 \_\_\_\_\_（选填“ $\times 1$ ”或“ $\times 100$ ”）挡，正确换挡、重新欧姆调零后再进行测量，指针静止时位置如图乙所示，则该金属丝的电阻  $R_x=$ \_\_\_\_\_  $\Omega$ 。

(3) 若用伏安法测量该金属丝的阻值，电路如图丙所示。除电源（电动势为 4V，内阻不计）、电流表 A（量程为 30mA，内阻约  $1\Omega$ ）、待测金属丝、导线、开关外，电压表应选用 \_\_\_\_\_，滑动变阻器应选用 \_\_\_\_\_（以上两空均选填以下给定器材前的字母）。电压表的左端应与电路中的 \_\_\_\_\_（选填“a”或“b”）点相连。

A. 电压表  $V_1$ （量程为 3V，内阻约  $3k\Omega$ ）

B. 电压表  $V_2$ （量程为 15V，内阻约  $15k\Omega$ ）

C. 滑动变阻器  $R_1$ （总阻值为  $50\Omega$ ，额定电流为 2A）

D. 滑动变阻器  $R_2$ （总阻值为  $200\Omega$ ，额定电流为 2A）

(4) 若某次测量中，电压表和电流表示数分别为  $U$  和  $I$ ，请用上述直接测量的物理量（ $D$ 、 $L$ 、 $U$ 、 $I$ ）写出金属丝的电阻率  $\rho$  的表达式，即  $\rho=$ \_\_\_\_\_。

### 三. 计算论述题（本小题共 4 小题，共 44 分。17 题 10 分，18 题 7 分，19 题 15 分，20 题 12 分。解答应有必要的文字说明、方程式和演算步骤。只写出最后答案的不能得分。有数值计算的，答案中必须写出数值和单位）

17. 如图所示，竖直平面内的四分之一圆弧轨道下端与水平桌面相切，小滑块 A 和 B 分别静止在圆弧轨道的最高点和最低点。现将 A 无初速释放，A 与 B 碰撞后结合为一个整体，并沿桌面滑动。已知圆弧轨道光滑，半径  $R=0.8\text{m}$ ；A 和 B 的质量均为  $m=0.1\text{kg}$ ，A 和 B 整体与桌面之间的动摩擦因数  $\mu=0.2$ 。重力加速度取  $g=10\text{m/s}^2$ 。求：

(1) 与 B 碰撞前瞬间 A 对轨道的压力  $N$  的大小；

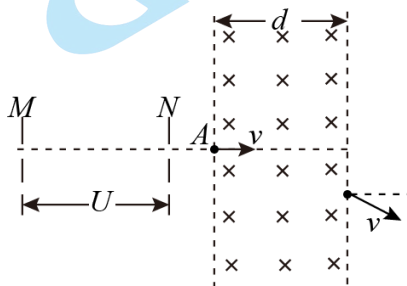
(2) A 与 B 碰撞过程中系统损失的机械能；

(3) A 和 B 整体在桌面上滑动的距离  $l$ 。



18. 利用电场或磁场都可以实现对带电粒子的控制。如图所示，电子由静止开始，从 M 板到 N 板经电场加速后获得速度  $v$ ，并从 A 点以此速度垂直于磁场左边界射入匀强磁场，电子穿出磁场时速度方向和原来入射方向的夹角为  $30^\circ$ 。已知电子质量为  $m$ ，带电量为  $e$ ，磁场宽度为  $d$ 。求：

- (1) M、N 板间的电压  $U$ ；
- (2) 匀强磁场的磁感应强度  $B$ ；
- (3) 电子在磁场中运动的时间  $t$ 。



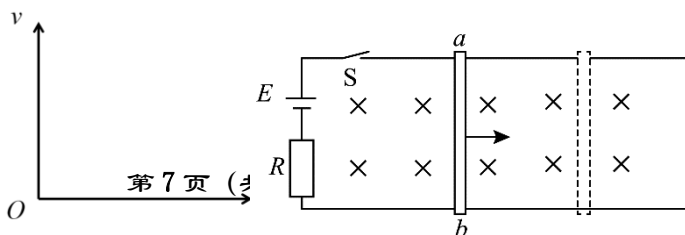
19. 类比是研究问题的常用方法。

(1) 情境 1：物体从静止开始下落，除受到重力作用外，还受到一个与运动方向相反的空气阻力  $f = kv$  ( $k$  为常量) 的作用。其速度  $v$  和速度的变化率  $\Delta v / \Delta t$  满足方程 I:  $G - kv = m \Delta v / \Delta t$ ，其中  $m$  为物体质量， $G$  为其重力。求物体下落的最大速率  $v_m$ 。

(2) 情境 2：如图所示，电源电动势为  $E$ ，导体棒的质量为  $m$ ，定值电阻的阻值为  $R$ ，忽略电源内阻及导体棒、轨道的电阻，整个装置处于垂直于导轨向下的匀强磁场中，磁感应强度大小为  $B$ ，间距为  $L$  的水平导轨光滑且足够长。闭合开关  $S$ ，导体棒开始加速运动，闭合开关瞬间开始计时。

- a. 求  $t=0$  时导体棒的加速度的大小；
  - b. 推导导体棒的速度  $v$  和速度的变化率  $\Delta v / \Delta t$  满足的方程 II；
  - c. 分析说明导体棒的运动特点，并画出情境 2 中导体棒运动的  $v-t$  图像。
- (3) 比较方程 I 和方程 II，发现情境 2 中导体棒的速度变化规律与情境 1 中物体的速度变化规律完全一致。已知情境 1 中物体速度  $v$  随时间  $t$  变化的

表达式为  $v = \frac{G}{k} \left( 1 - e^{-\frac{k}{m}t} \right)$ ，通过类比写出情境 2 中导体棒的速度  $v$  随时间  $t$  变化的表达式。

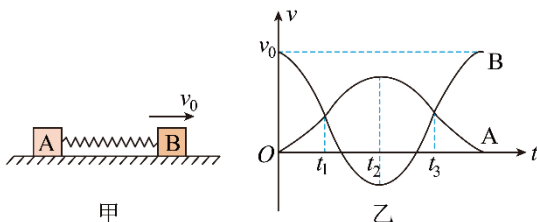


20. 在物理学中,研究微观物理问题时借鉴宏观的物理模型,可使问题变得更加形象生动。弹簧的弹力和弹性势能变化与分子间的作用力以及分子势能变化情况有相似之处,因此在学习分子力和分子势能的过程中,我们可以将两者类比,以便于理解。

(1) 轻弹簧的两端分别与物块 A、B 相连,它们静止在光滑水平地面上,现给物块 B 一沿弹簧方向的瞬时冲量,使其以水平向右的速度开始运动,如图甲所示,并从这一时刻开始计时,两物块的速度随时间变化的规律如图乙所示。已知 A、B 的质量分别为  $2m_0$  和  $m_0$ , 求:

a. 物块 B 在  $t=0$  时刻受到的瞬时冲量;

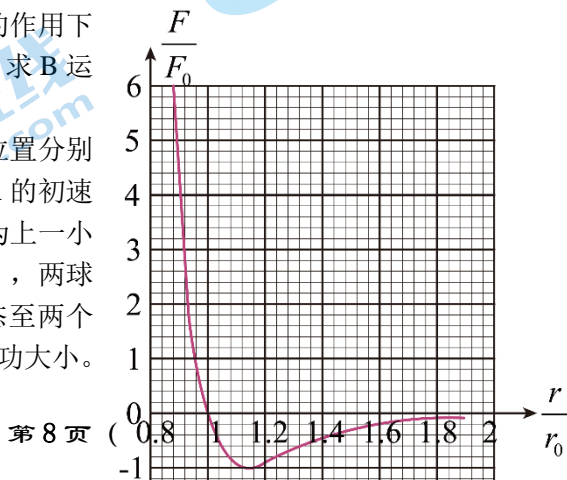
b. 系统在之后的过程中,弹簧中储存的最大弹性势能是多少? 第一次达到该值时是图乙中的哪个时刻?



(2) 研究分子势能是研究物体内能的重要内容,现某同学计划在 COMSOL 仿真软件中对分子在分子力作用下的运动规律进行模拟,在模拟的场景中:两个质量同为  $m$  的小球 A 和 B (可视为质点且不计重力) 可以在  $x$  轴上运动,二者间具有相互作用力,将该力  $F$  随两球间距  $r$  的变化规律设置为和分子间作用力的变化规律相似,  $F-r$  关系图的局部如图丙所示,图中  $F$  为“正”表示作用力为斥力,  $F$  为“负”表示作用力为引力,图中的  $r_0$  和  $F_0$  都为已知量。若给两小球设置不同的约束条件和初始条件,则可以模拟不同情形下两个小球在“分子力”作用下的运动情况。

a. 将小球 A 固定在坐标轴上  $x=0$  处,使小球 B 从坐标轴上无穷远处静止释放,则 B 会在“分子力”的作用下开始沿坐标轴向着 A 运动,求 B 运动过程中的最大速度  $v_m$ ;

b. 将小球 A 和 B 的初始位置分别设置在  $x=0$  和  $x=r_0$ , 小球 A 的初速度为零,小球 B 的初速度为上一小问中的  $v_m$  (沿  $x$  轴正方向),两球同时开始运动,求初始状态至两个小球相距最远时,分子力做功大小。



## 北京十五中高三物理阶段性测试试卷评分标准

### 一、单选题（本题共 14 小题，每小题 3 分，共 42 分）

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

### 二、实验题（本题共 2 小题，15 题（1）②第三空 2 分，（2）2 分，其它每空 1 分，共 14 分）

15. (1) ①AC ②  $mgh_D - \frac{m(h_E - h_C)^2}{8T^2}$  因为摩擦阻力和空气阻力做负功，使得机械能减小，重力势能的减少量应大于动能的增加量

(2) 不同意。设滑块和挡光条的总质量为  $M$ ，砝码和托盘的总质量为  $m$ ，挡光条的宽度为  $d$ ，若机械能守恒，有： $\frac{1}{2}(M+m)\left(\frac{d}{t}\right)^2 = mgl$ ，可得  $\frac{1}{t^2} = \frac{2mg}{(M+m)d^2}l$ ，需要验证图丁中的斜率是否等于  $\frac{2mg}{(M+m)d^2}$ ，

还需要测量  $M$ 、 $m$ 、 $d$ 。

16. (1) 1.416

(2)  $\times 10^4$  17

(3) A C b

(4)  $\frac{\pi UD^2}{4IL}$

### 三、计算论述题（本小题共 4 小题，17 题 10 分，18 题 7 分，19 题 15 分，20 题 12 分）

17. (1) 小滑块 A 在圆弧轨道下滑过程，根据机械能守恒定律

$$mgR = \frac{1}{2}mv^2 \quad (1 \text{ 分})$$

解得碰撞前 A 的速度大小为

$$v = \sqrt{2gR} = 4 \text{ m/s} \quad (1 \text{ 分})$$

在最低点，根据牛顿第二定律

$$F - mg = m \frac{v^2}{R} \quad (1 \text{ 分})$$

解得轨道对滑块 A 的支持力大小为

$$F = 3N \quad (1 \text{ 分})$$

根据牛顿第三定律，滑块 A 对轨道的压力大小为

$$N = F = 3N \quad (1 \text{ 分})$$

(2) A 和 B 碰撞过程满足动量守恒，则有

$$mv = 2mv_{\text{共}} \quad (1 \text{ 分})$$

解得碰撞后 A 和 B 整体的速度为

$$v_{\text{共}} = 2\text{m/s} \quad (1 \text{ 分})$$

A 与 B 碰撞过程中系统损失的机械能为

$$\Delta E = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2} \times 2mv_{\text{共}}^2 = 0.4\text{J} \quad (1 \text{ 分})$$

(3) 根据动能定理

$$-\mu \cdot 2mgl = 0 - \frac{1}{2} \times 2mv_{\text{共}}^2 \quad (1 \text{ 分})$$

解得 A 和 B 整体在桌面上滑动的距离为

$$l = 1\text{m} \quad (1 \text{ 分})$$

18. (1) 由

$$eU = \frac{1}{2}mv^2 \quad (1 \text{ 分})$$

得

$$U = \frac{mv^2}{2e} \quad (1 \text{ 分})$$

(2) 由几何关系可得

$$r = 2d \quad (1 \text{ 分})$$

洛伦兹力提供向心力

$$evB = m \frac{v^2}{r} \quad (1 \text{ 分})$$

解得

$$B = \frac{mv}{2ed} \quad (1 \text{ 分})$$

(3) 根据周期得定义有

$$T = \frac{2\pi r}{v} \quad (1 \text{ 分})$$

所以可得

$$t = \frac{1}{12}T = \frac{\pi d}{3v} \quad (1 \text{ 分})$$

19. (1) 当物体下落速度达到最大时, 速度的变化率为零, 则有

$$G = kv_m \quad (1 \text{ 分})$$

解得

$$v_m = \frac{G}{k} \quad (1 \text{ 分})$$

(2) a.  $t=0$  时通过导体棒的电流为

$$I = \frac{E}{R} \text{ ①} \quad (1 \text{ 分})$$

导体棒所受安培力大小为

$$F = BIL \text{ ②} \quad (1 \text{ 分})$$

导体棒的加速度大小为

$$a = \frac{F}{m} \text{ ③} \quad (1 \text{ 分})$$

联立①②③解得

$$a = \frac{BEL}{mR} \quad (1 \text{ 分})$$

根据左手定则可知加速度方向水平向右。

b. 当导体棒速度大小为  $v$  时, 其切割磁感线产生的感应电动势大小为

$$\varepsilon = BLv \text{ ④} \quad (1 \text{ 分})$$

感应电动势与电源电动势方向相反, 所以此时通过导体棒的电流为

$$I' = \frac{E - \varepsilon}{R} \text{ ⑤} \quad (1 \text{ 分})$$

导体棒所受安培力大小为

$$F' = BI'L \text{ ⑥}$$

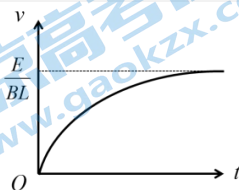
对导体棒根据牛顿第二定律有

$$F' = m \frac{\Delta v}{\Delta t} \text{ ⑦} \quad (1 \text{ 分})$$

联立④⑤⑥⑦可得方程 II 为

$$\frac{BEL}{R} - \frac{B^2 L^2 v}{R} = m \frac{\Delta v}{\Delta t} \quad (1 \text{ 分})$$

c. 导体受到水平向右的安培力，由  $F_{\text{安}} = BIL = B \frac{E - BLv}{R} L = ma$  可知，导体棒做加速运动，速度增大，安培力减小，加速度减小，导体棒做加速度减小的加速运动，直至  $E = BLv$ ，即  $v = \frac{E}{BL}$ ，加速度等于 0，导体棒接下来将做匀速直线运动。（图像 2 分，分析 2 分）



（3）类比题给表达式，可得情境 2 中导体棒的速度  $v$  随时间  $t$  变化的表达式为

$$v = \frac{E}{BL} \left( 1 - e^{-\frac{B^2 L^2}{mR} t} \right) \quad (1 \text{ 分})$$

20. （1）a. 根据动量定理，得

$$I_B = m_0 v_0 \quad (1 \text{ 分})$$

b. A 和 B 共速时，系统弹性势能最大，由动量守恒定律得

$$m_0 v_0 = (2m_0 + m_0) v \quad (1 \text{ 分})$$

解得

$$v = \frac{1}{3} v_0 \quad (1 \text{ 分})$$

最大弹性势能满足

$$E_p = \frac{1}{2} m_0 v_0^2 - \frac{1}{2} \times 3m_0 v^2 \quad (1 \text{ 分})$$

解得

$$E_p = \frac{1}{3} m_0 v_0^2 \quad (1 \text{ 分})$$

由图可知，第一次达到该值时为  $t_1$  时刻。

（2）a. 当分子 B 到达  $r = r_0$  时，速度最大，根据图像，可以用图线和横轴围成的面积求该过程分子力所做的功

$$W = 50 \cdot \frac{1}{5} F_0 \cdot \frac{1}{5} \cdot 0.2 r_0 = \frac{2}{5} F_0 r_0 \quad (1 \text{ 分})$$

由动能定理得

$$W = \frac{1}{2} m v_m^2 - 0 \quad (1 \text{ 分})$$

解得

$$v_m = \sqrt{\frac{4F_0 r_0}{5m}} \quad (1 \text{ 分})$$

b. 在到达最大距离前，分子力始终做负功，分子势能增大当 A 和 B 共速时，系统分子势能最大，二者间距最大，由动量守恒定律得

$$mv_m = 2mv \quad (1 \text{ 分})$$

解得

$$v = \sqrt{\frac{F_0 r_0}{5m}} \quad (1 \text{ 分})$$

故分子力做功大小

$$W = \frac{1}{2} \times 2mv^2 - \frac{1}{2}mv_m^2 = -\frac{1}{5}F_0 r_0 \quad (2 \text{ 分})$$

## 关于我们

北京高考在线创办于 2014 年，隶属于北京太星网络科技有限公司，是北京地区极具影响力的中学升学服务平台。主营业务涵盖：北京新高考、高中生涯规划、志愿填报、强基计划、综合评价招生和学科竞赛等。

北京高考在线旗下拥有网站门户、微信公众平台等全媒体矩阵生态平台。平台活跃用户 40W+，网站年度流量数千万量级。用户群体立足于北京，辐射全国 31 省市。

北京高考在线平台一直秉承 “精益求精、专业严谨” 的建设理念，不断探索 “K12 教育+互联网+大数据” 的运营模式，尝试基于大数据理论为广大中学和家长提供新鲜的高考资讯、专业的高考政策解读、科学的升学规划等，为广大高校、中学和教科研单位提供 “衔接和桥梁纽带” 作用。

平台自创办以来，为众多重点大学发现和推荐优秀生源，和北京近百所中学达成合作关系，累计举办线上线下升学公益讲座数百场，帮助数十万考生顺利通过考入理想大学，在家长、考生、中学和社会各界具有广泛的口碑影响力

未来，北京高考在线平台将立足于北京新高考改革，基于对北京高考政策研究及北京高校资源优势，更好的服务全国高中家长和学生。



微信搜一搜

北京高考资讯