

# 目录

## CONTENTS

| 内 容                           | 正文 | 答案 |
|-------------------------------|----|----|
| 2022年天津市普通高中学业水平等级性考试         | 1  | 11 |
| 2023年全国高考真题重组卷                | 3  | 12 |
| 2021年天津市普通高中学业水平等级性考试         | 5  | 13 |
| 2020年天津市普通高中学业水平等级性考试         | 7  | 14 |
| 2019年普通高等学校招生全国统一考试（天津卷）（改编版） | 9  | 15 |

一飞冲天  
YI FEI CHONG TIAN  
以梦为马，莫负韶华

学号：\_\_\_\_\_  
准考证号：\_\_\_\_\_  
姓名：\_\_\_\_\_

装订线

装订线

装订线

GAOKAO ZHENTI JUAN



|     |   |   |   |   |   |   |   |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|
| 题号  | 一 | 二 | 三 | 四 | 五 | 六 | 七 |
| 已完成 | ✓ | ✓ | ✓ |   |   |   |   |

物 理



每 / 当 / 战 / 斗 / 开 / 始      我 / 们 / 如 / 期 / 而 / 至





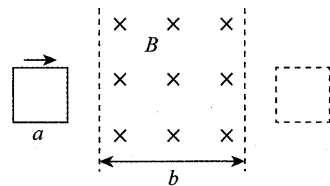
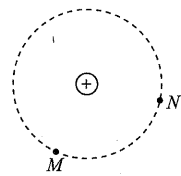
# 2022 年天津市普通高中学业水平等级性考试

本试卷分为第Ⅰ卷(选择题)和第Ⅱ卷(非选择题)两部分,共 100 分。考试用时 60 分钟。

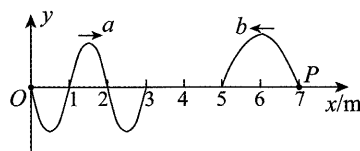
## 第Ⅰ卷(选择题 共 40 分)

### 一、单项选择题(本大题共 5 小题,每小题 5 分,共 25 分)

- 2021 年 10 月,我国第一颗太阳探测科学技术试验卫星“羲和号”顺利升空。太阳的能量由核反应提供,其中一种反应序列包含核反应: ${}^3_2\text{He}+{}^3_2\text{He}\rightarrow{}^4_2\text{He}+2\text{X}$ ,下列说法正确的是 ( )  
 A. X 是中子  
 B. 该反应有质量亏损  
 C.  ${}^4_2\text{He}$  比  ${}^3_2\text{He}$  的质子数多  
 D. 该反应是裂变反应
- 如图所示,一正点电荷固定在圆心,  $M$ 、 $N$  是圆上的两点,下列说法正确的是 ( )  
 A.  $M$  点和  $N$  点电势相同  
 B.  $M$  点和  $N$  点电场强度相同  
 C. 负电荷由  $M$  点到  $N$  点,电势能始终增大  
 D. 负电荷由  $M$  点到  $N$  点,电场力始终做正功
- 2022 年 3 月,中国空间站“天宫课堂”再次开讲,授课期间利用了我国的中继卫星系统进行信号传输,天地通信始终高效稳定。已知空间站在距离地面 400 公里左右的轨道上运行,其运动视为匀速圆周运动,中继卫星系统中某卫星是距离地面 36 000 公里左右的地球静止轨道卫星(同步卫星),则该卫星 ( )  
 A. 授课期间经过天津正上空  
 B. 加速度大于空间站的加速度  
 C. 运行周期大于空间站的运行周期  
 D. 运行速度大于地球的第一宇宙速度
- 如图所示,边长为  $a$  的正方形铝框平放在光滑绝缘水平桌面上,桌面上有边界平行、宽为  $b$  且足够长的匀强磁场区域,磁场方向垂直于桌面向里,铝框依靠惯性滑过磁场区域,滑行过程中铝框平面始终与磁场垂直且一边与磁场边界平行,已知  $a < b$ ,在滑入和滑出磁场区域的两个过程中 ( )  
 A. 铝框所用时间相同  
 B. 铝框上产生的热量相同  
 C. 铝框中的电流方向相同  
 D. 安培力对铝框的冲量相同



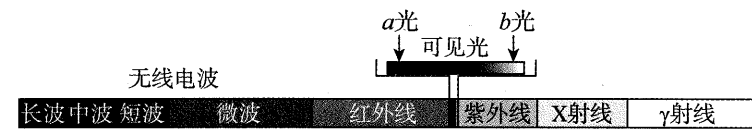
- 在同一均匀介质中,分别位于坐标原点和  $x=7\text{ m}$  处的两个波源  $O$  和  $P$ ,沿  $y$  轴振动,形成了两列相向传播的简谐横波  $a$  和  $b$ ,某时刻  $a$  和  $b$  分别传播到  $x=3\text{ m}$  和  $x=5\text{ m}$  处,波形如图所示。下列说法正确的是 ( )



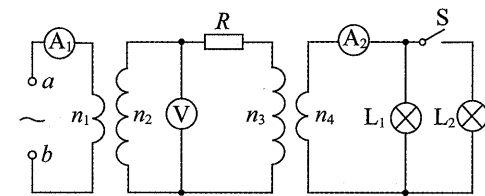
- $a$  与  $b$  的频率之比为 2:1
- $O$  与  $P$  开始振动的时刻相同
- $a$  与  $b$  相遇后会出现稳定的干涉现象
- $O$  开始振动时沿  $y$  轴正方向运动

### 二、不定项选择题(本大题共 3 小题,每小题 5 分,共 15 分)

- 采用涡轮增压技术可提高汽车发动机效率。将涡轮增压简化为以下两个过程,一定质量的理想气体首先经过绝热过程被压缩,然后经过等压过程回到初始温度,则 ( )  
 A. 绝热过程中,气体分子的平均动能增加  
 B. 绝热过程中,外界对气体做负功  
 C. 等压过程中,外界对气体做正功  
 D. 等压过程中,气体内能不变
- 不同波长的电磁波具有不同的特性,在科研、生产和生活中有广泛的应用。 $a$ 、 $b$  两单色光在电磁波谱中的位置如图所示。下列说法正确的是 ( )



- 若  $a$ 、 $b$  光均由氢原子能级跃迁产生,产生  $a$  光的能级能量差大
  - 若  $a$ 、 $b$  光分别照射同一小孔发生衍射, $a$  光的衍射现象更明显
  - 若  $a$ 、 $b$  光分别照射同一光电管发生光电效应, $a$  光的遏止电压高
  - 若  $a$ 、 $b$  光分别作为同一双缝干涉装置光源时, $a$  光的干涉条纹间距大
- 如图所示,两理想变压器间接有电阻  $R$ ,电表均为理想交流电表, $a$ 、 $b$  接入电压有效值不变的正弦交流电源。闭合开关  $S$  后 ( )



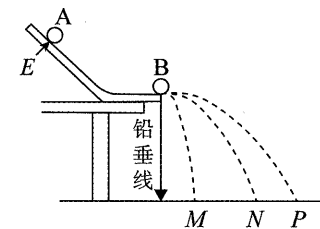
- $R$  的发热功率不变
- 电压表的示数不变
- 电流表  $A_1$  的示数变大
- 电流表  $A_2$  的示数变小

## 第Ⅱ卷(非选择题 共 60 分)

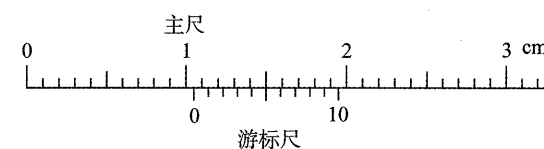
### 三、实验题(本大题共 1 小题,共 12 分)

9. (12 分)

- 某同学验证两个小球在斜槽末端碰撞时的动量守恒,实验装置如图所示。 $A$ 、 $B$  为两个直径相同的小球。实验时,不放  $B$ ,让  $A$  从固定的斜槽上  $E$  点自由滚下,在水平面上得到一个落点位置;将  $B$  放置在斜槽末端,让  $A$  再次从斜槽上  $E$  点自由滚下,与  $B$  发生正碰,在水平面上又得到两个落点位置。三个落点位置标记为  $M$ 、 $N$ 、 $P$ 。



- 为了确认两个小球的直径相同,该同学用 10 分度的游标卡尺对它们的直径进行了测量,某次测量的结果如下图所示,其读数为 \_\_\_\_\_ mm。



- 下列关于实验的要求哪个是正确的 \_\_\_\_\_。
- 斜槽的末端必须是水平的
  - 斜槽的轨道必须是光滑的
  - 必须测出斜槽末端的高度
  - $A$ 、 $B$  的质量必须相同



- ③如果该同学实验操作正确且碰撞可视为弹性碰撞,A、B碰后在水平面上的落点位置分别为\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。(填落点位置的标记字母)
- (2)实验小组测量某型号电池的电动势和内阻。用电流表、电压表、滑动变阻器、待测电池等器材组成如图1所示实验电路,由测得的实验数据绘制成的 $U-I$ 图像如图2所示。

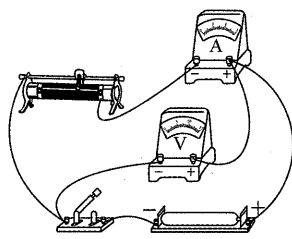


图1

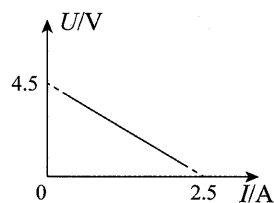
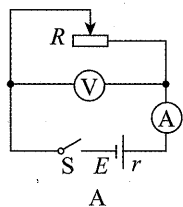
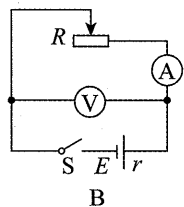


图2

- ①图1的电路图为下图中的\_\_\_\_\_。(选填“A”或“B”)



A

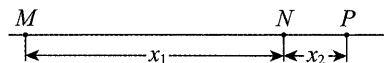


B

- ②如果实验中所用电表均视为理想电表,根据图2得到该电池的电动势 $E=$ \_\_\_\_\_V,内阻 $r=$ \_\_\_\_\_ $\Omega$ 。
- ③实验后进行反思,发现上述实验方案存在系统误差。若考虑到电表内阻的影响,对测得的实验数据进行修正,在图2中重新绘制 $U-I$ 图线,与原图线比较,新绘制的图线与横坐标轴交点的数值将\_\_\_\_\_,与纵坐标轴交点的数值将\_\_\_\_\_。(两空均选填“变大”“变小”或“不变”)

#### 四、计算题(本大题共3小题,共48分)

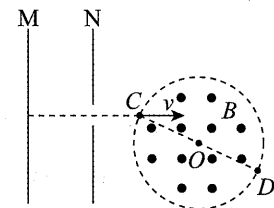
10. (14分)如图所示,运动员在水平冰面上将冰壶A推到M点放手,此时A的速度 $v_0=2$  m/s,匀减速滑行 $x_1=16.8$  m到达N点时,队友用毛刷开始擦A运动前方的冰面,使A与NP间冰面的动摩擦因数减小,A继续匀减速滑行 $x_2=3.5$  m,与静止在P点的冰壶B发生正碰,碰后瞬间A、B的速度分别为 $v_A=0.05$  m/s和 $v_B=0.55$  m/s。已知A、B质量相同,A与MN间冰面的动摩擦因数 $\mu_1=0.01$ ,重力加速度 $g$ 取 $10$  m/s<sup>2</sup>,运动过程中两冰壶均视为质点,A、B碰撞时间极短。



- (1)求冰壶A在N点的速度 $v_1$ 的大小;
- (2)求冰壶A与NP间冰面的动摩擦因数 $\mu_2$ 。

11. (16分)如图所示,M和N为平行金属板,质量为 $m$ 、电荷量为 $q$ 的带电粒子从M由静止开始被两板间的电场加速后,从N上的小孔穿出,以速度 $v$ 由C点射入圆形匀强磁场区域,经D点穿出磁场,CD为圆形区域的直径。已知磁场的磁感应强度大小为 $B$ 、方向垂直于纸面向外,粒子速度方向与磁场方向垂直,重力忽略不计。

- (1)判断粒子的电性,并求M、N间的电压 $U$ ;
- (2)求粒子在磁场中做圆周运动的轨道半径 $r$ ;
- (3)若粒子的轨道半径与磁场区域的直径相等,求粒子在磁场中运动的时间 $t$ 。



12. (18分)直流电磁泵是利用安培力推动导电液体运动的一种设备,可用图1所示的模型讨论其原理,图2为图1的正视图。将两块相同的矩形导电平板竖直正对固定在长方体绝缘容器中,平板与容器等宽,两板间距为 $l$ ,容器中装有导电液体,平板底端与容器底部留有高度可忽略的空隙,导电液体仅能从空隙进入两板间。初始时两板间接有直流电源,电源极性如图所示。若想实现两板间液面上升,可在两板间加垂直于 $Oxy$ 面的匀强磁场,磁感应强度的大小为 $B$ ,两板间液面上升时两板外的液面高度变化可忽略不计。已知导电液体的密度为 $\rho_0$ 、电阻率为 $\rho$ ,重力加速度为 $g$ 。

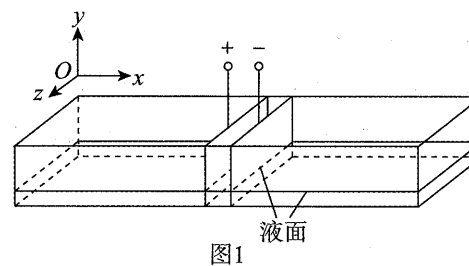


图1

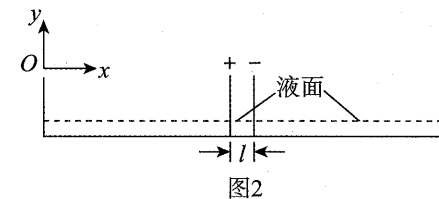


图2

- (1)试判断所加磁场的方向;
- (2)求两板间液面稳定在初始液面高度2倍时的电压 $U_0$ ;
- (3)假定平板与容器足够高,求电压 $U$ 满足什么条件时两板间液面能够持续上升。



## 2023 年全国高考真题重组卷

本试卷分为第Ⅰ卷(选择题)和第Ⅱ卷(非选择题)两部分,共100分。考试用时60分钟。

### 第Ⅰ卷(选择题 共40分)

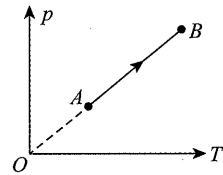
#### 一、单项选择题(本大题共5小题,每小题5分,共25分)

1. (2023·新课标卷)2023年5月,世界现役运输能力最大的货运飞船天舟六号,携带约5800 kg的物资进入距离地面约400 km(小于地球同步卫星与地面的距离)的轨道,顺利对接中国空间站后近似做匀速圆周运动。对接后,对于这批物资,下列说法正确的是 ( )

A. 质量比静止在地面上时小  
B. 所受合力比静止在地面上时小  
C. 所受地球引力比静止在地面上时大  
D. 做圆周运动的角速度大小比地球自转角速度大

2. (2023·江苏卷)如图所示,密闭容器内一定质量的理想气体由状态A变化到状态B。该过程中,下列说法正确的是 ( )

A. 气体分子的数密度增大  
B. 气体分子的平均动能增大  
C. 单位时间内气体分子对单位面积器壁的作用力减小  
D. 单位时间内与单位面积器壁碰撞的气体分子数减小

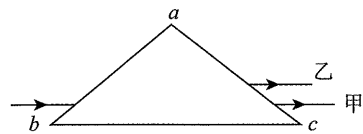


3. (2023·湖南卷)2023年4月13日,中国“人造太阳”反应堆中科院环流器装置(EAST)创下新纪录,实现403秒稳态长脉冲高约束模等离子体运行,为可控核聚变的最终实现又向前迈出了重要的一步,关于核反应,下列说法正确的是 ( )

A. 相同质量的核燃料,轻核聚变比重核裂变释放的核能更多  
B. 氘核聚变的核反应方程为  ${}^2_1\text{H} + {}^3_1\text{H} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$   
C. 核聚变的核反应燃料主要是铀235  
D. 核聚变反应过程中没有质量亏损

4. (2023·全国甲卷改编)等腰三角形 $\triangle abc$ 为一棱镜的横截面, $ab=ac$ ;一平行于 $bc$ 边的细光束从 $ab$ 边射入棱镜,在 $bc$ 边反射后从 $ac$ 边射出,出射光分成了不同颜色的两束,甲光的出射点在乙光的下方,如图所示。不考虑多次反射。下列说法正确的是 ( )

A. 甲光的波长比乙光的短  
B. 甲光的频率比乙光的高  
C. 在棱镜中的传播速度,甲光比乙光的大  
D. 该棱镜对甲光的折射率大于对乙光的折射率



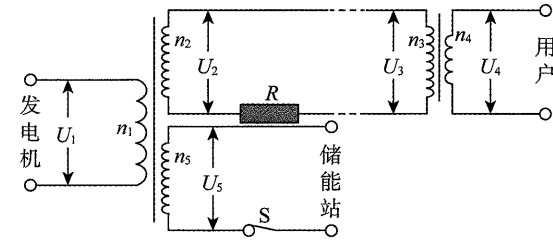
5. (2023·湖北卷)两节动车的额定功率分别为 $P_1$ 和 $P_2$ ,在某平直铁轨上能达到的最大速度分别为 $v_1$ 和 $v_2$ 。现将它们编成动车组,设每节动车运行时受到的阻力在编组前后不变,则该动车组在此铁轨上能达到的最大速度为 ( )

A.  $\frac{P_1 v_1 + P_2 v_2}{P_1 + P_2}$   
B.  $\frac{P_1 v_2 + P_2 v_1}{P_1 + P_2}$   
C.  $\frac{(P_1 + P_2) v_1 v_2}{P_1 v_1 + P_2 v_2}$   
D.  $\frac{(P_1 + P_2) v_1 v_2}{P_1 v_2 + P_2 v_1}$

#### 二、不定项选择题(本大题共3小题,每小题5分,共15分)

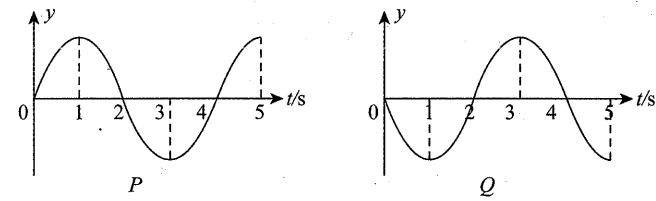
6. (2023·山东卷改编)某节能储能输电网络如图所示,发电机的输出电压 $U_1=250\text{ V}$ ,输出功率500 kW。降压变压器的匝数比 $n_3:n_4=50:1$ ,输电线总电阻 $R=62.5\ \Omega$ ,其余线路电阻不计,用户端电压 $U_4=220\text{ V}$ ,功率88 kW,所有变

压器均为理想变压器。下列说法错误的是



A. 发电机的输出电流为368 A  
B. 输电线上损失的功率为4.8 kW  
C. 输送给储能站的功率为408 kW  
D. 升压变压器的匝数比 $n_1:n_2=1:44$

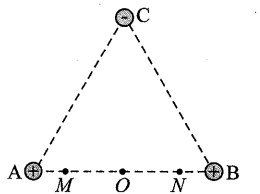
7. (2023·海南卷改编)如图所示分别是一列机械波在传播方向上相距6 m的两个质点P、Q的振动图像,下列说法正确的是 ( )



A. 该波的周期是4 s  
B. 该波的波速是3 m/s  
C. 4 s时质点P向上振动  
D. 4 s时质点Q向上振动

8. (2023·海南卷)如图所示,正三角形三个顶点固定三个等量电荷,其中A、B带正电,C带负电,O、M、N为AB边的四等分点,下列说法正确的是 ( )

A. M、N两点电场强度相同  
B. M、N两点电势相同  
C. 负电荷在M点电势能比在O点时要小  
D. 负电荷在N点电势能比在O点时要大

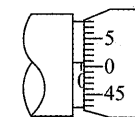


### 第Ⅱ卷(非选择题 共60分)

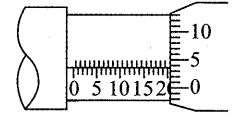
#### 三、实验题(本大题共2小题,每小题6分,共12分)

9. (2023·新课标卷)一学生小组做“用单摆测量重力加速度的大小”实验。

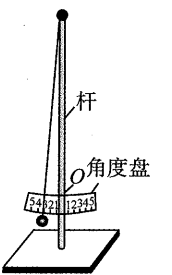
(1)用实验室提供的螺旋测微器测量摆球直径。首先,调节螺旋测微器,拧动微调旋钮使测微螺杆和测砧相触时,发现固定刻度的横线与可动刻度上的零刻度线未对齐,如图(a)所示,该示数为\_\_\_\_\_mm;螺旋测微器在夹有摆球时示数如图(b)所示,该示数为\_\_\_\_\_mm,则摆球的直径为\_\_\_\_\_mm。



图(a)



图(b)



图(c)

- (2)单摆实验的装置示意图如图(c)所示,其中角度盘需要固定

在杆上的确定点O处,摆线在角度盘上所指的示数为摆角的大小。若将角度盘固定在O点上方,则摆线在角度盘上所指的示数为 $5^\circ$ 时,实际摆角\_\_\_\_\_ (选填“大于”或“小于”)  $5^\circ$ 。

- (3)某次实验所用单摆的摆线长度为81.50 cm,则摆长为\_\_\_\_\_ cm。实验中观测到从摆球第1次经过最低点到第61次经过最低点的时间间隔为54.60 s,则此单摆周期为\_\_\_\_\_ s,该小组测得的重力加速度大小为\_\_\_\_\_  $\text{m/s}^2$ 。(结果均保留三位有效数字, $\pi^2$ 取9.87)

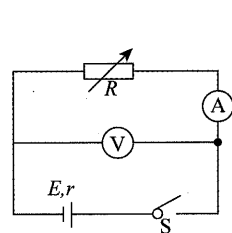
10. (2023·湖北卷)某实验小组为测量干电池的电动势和内阻,设计了如图(a)所示电路,所用器材如下:

电压表(量程为  $0\sim 3\text{ V}$ ,内阻很大);

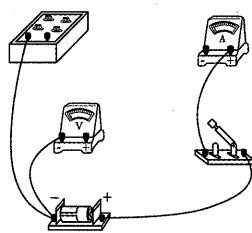
电流表(量程为  $0\sim 0.6\text{ A}$ );

电阻箱(阻值为  $0\sim 999.9\ \Omega$ );

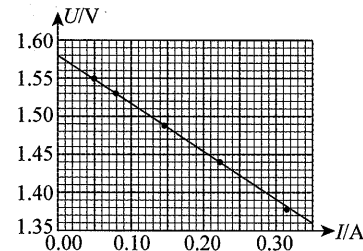
干电池一节、开关一个和导线若干。



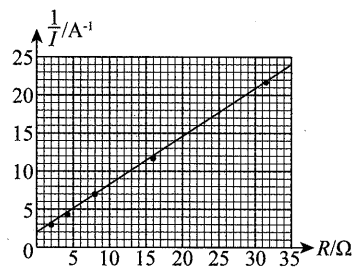
图(a)



图(b)



图(c)



图(d)

(1)根据图(a),完成图(b)中的实物图连线;

(2)调节电阻箱到最大阻值,闭合开关,逐次改变电阻箱的电阻,记录其阻值  $R$ 、相应的电流表示数  $I$  和电压表示数  $U$ ,根据记录数据作出的  $U-I$  图像如图(c)所示,则干电池的电动势为 \_\_\_\_\_ V(保留三位有效数字)、内阻为 \_\_\_\_\_  $\Omega$ (保留两位有效数字);

(3)该小组根据记录数据进一步探究,作出  $\frac{1}{I}-R$  图像如图(d)所示,利用图(d)中图像的纵轴截距,结合(2)问得到的电动势与内阻,还可以求出电流表内阻为 \_\_\_\_\_  $\Omega$ (保留两位有效数字);

(4)由于电压表内阻不是无穷大,本实验干电池内阻的测量值 \_\_\_\_\_ (选填“偏大”或“偏小”)。

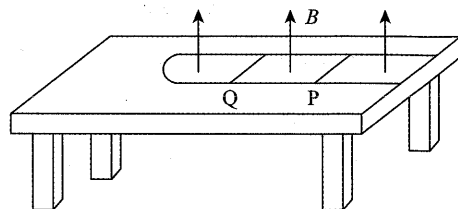
#### 四、计算题(本大题共3小题,每小题16分,共48分)

11. (2023·全国甲卷)如图所示,水平桌面上固定一光滑 U 型金属导轨,其平行部分的间距为  $l$ ,导轨的最右端与桌子右边缘对齐,导轨的电阻忽略不计,导轨所在区域有方向竖直向上的匀强磁场,磁感应强度大小为  $B$ 。一质量为  $m$ 、电阻为  $R$ 、长度也为  $l$  的金属棒 P 静止在导轨上,导轨上质量为  $3m$  的绝缘棒 Q 位于金属棒 P 的左侧,以大小为  $v_0$  的速度向金属棒 P 运动并与金属棒 P 发生弹性碰撞,碰撞时间很短。碰撞一次后,金属棒 P 和绝缘棒 Q 先后从导轨的最右端滑出导轨,并落在地面上同一地点。金属棒 P 在导轨上运动时,两端与导轨接触良好,金属棒 P 与绝缘棒 Q 始终平行,不计空气阻力。

(1)求金属棒 P 滑出导轨时的速度大小;

(2)求金属棒 P 在导轨上运动过程中产生的热量;

(3)求与金属棒 P 碰撞后,绝缘棒 Q 在导轨上运动的时间。

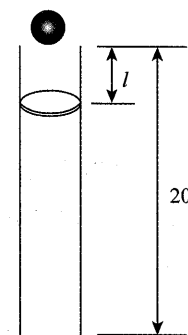


12. (2023·全国乙卷改编)如图所示,一竖直固定的长直圆管内有一质量为  $M$  的静止薄圆盘,圆盘与管的上端口距离为  $l$ ,圆管长度为  $20l$ ,一质量为  $m=\frac{1}{3}M$  的小球从管的上端口由静止下落,并撞在圆盘中心,圆盘向下滑动,所受滑动摩擦力与其所受重力大小相等,小球在管内运动时与管壁不接触,圆盘始终水平,小球与圆盘发生的碰撞均为弹性碰撞且碰撞时间极短,不计空气阻力,重力加速度大小为  $g$ 。

(1)求第一次碰撞前瞬间小球的速度大小;

(2)求第一次碰撞后瞬间小球和圆盘的速度大小;

(3)求在第一次碰撞到第二次碰撞之间,小球与圆盘间的最远距离。

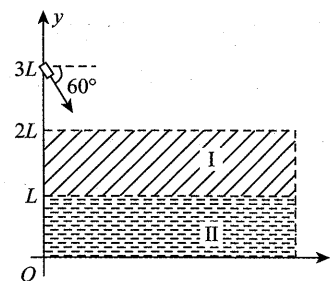


13. (2023·浙江卷)利用磁场实现离子偏转是科学仪器中广泛应用的技术。如图所示, $Oxy$  平面(纸面)的第一象限内有足够长且宽度均为  $L$ 、边界均平行  $x$  轴的区域 I 和 II,其中区域 I 存在磁感应强度大小为  $B_1$  的匀强磁场,区域 II 存在磁感应强度大小为  $B_2$  的磁场,方向均垂直于纸面向里,区域 II 的下边界与  $x$  轴重合,位于  $(0,3L)$  处的离子源能释放出质量为  $m$ 、电荷量为  $q$ 、速度方向与  $x$  轴夹角为  $60^\circ$  的正离子束,沿纸面射向磁场区域,不计离子的重力及离子间的相互作用,忽略磁场的边界效应。

(1)求离子不进入区域 II 的最大速度  $v_1$  及其在磁场中的运动时间  $t$ ;

(2)若  $B_2=2B_1$ ,求能到达  $y=\frac{L}{2}$  处的离子的最小速度  $v_2$ ;

(3)【难题】若  $B_2=\frac{B_1}{L}y$ ,且离子源射出的离子数按速度大小均匀地分布在  $\frac{B_1 q L}{m} \sim \frac{6 B_1 q L}{m}$  范围,求进入第四象限的离子数与总离子数之比  $\eta$ 。





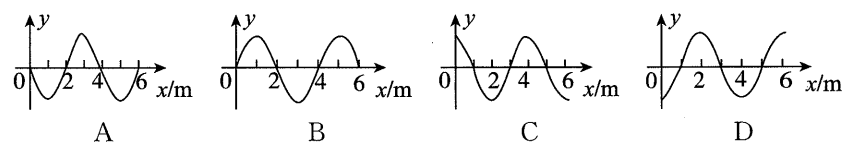
# 2021 年天津市普通高中学业水平等级性考试

本试卷分为第 I 卷(选择题)和第 II 卷(非选择题)两部分,共 100 分。考试用时 60 分钟。

## 第 I 卷(选择题 共 40 分)

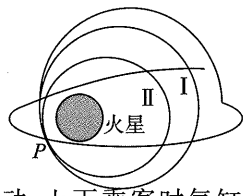
### 一、单项选择题(本大题共 5 小题,每小题 5 分,共 25 分)

1. 科学研究方法对物理学的发展意义深远,实验法、归纳法、演绎法、类比法、理想实验法等对揭示物理现象的本质十分重要。下列哪个成果是运用理想实验法得到的 ( )
- A. 牛顿发现“万有引力定律”  
B. 库仑发现“库仑定律”  
C. 法拉第发现“电磁感应现象”  
D. 伽利略发现“力不是维持物体运动的原因”
2. 光刻机是制造芯片的核心装备,利用光源发出的紫外线,将精细图投影在硅片上,再经技术处理制成芯片。为提高光刻机清晰投影最小图像的能力,在透镜组和硅片之间充有液体。紫外线进入液体后与其在真空中相比 ( )
- A. 波长变短  
B. 光子能量增加  
C. 频率降低  
D. 传播速度增大
3. 如图所示,闭合开关后, $R=5\ \Omega$  的电阻两端的交流电压为  $u=50\sqrt{2}\sin 10\pi t\ \text{V}$ ,电压表和电流表均为理想交流电表,则 ( )
- A. 该交流电周期为  $0.02\ \text{s}$   
B. 电压表的读数为  $100\ \text{V}$   
C. 电流表的读数为  $10\ \text{A}$   
D. 电阻的电功率为  $1\ \text{kW}$
4. 一列沿  $x$  轴正方向传播的简谐横波,传播速度  $v=10\ \text{m/s}$ , $t=0$  时位于坐标原点的质点从平衡位置沿  $y$  轴正方向运动,下列图形中哪个是  $t=0.6\ \text{s}$  时的波形 ( )



5. 2021 年 5 月 15 日,天问一号探测器着陆火星取得成功,迈出了我国星际探测征程的重要一步,在火星上首次留下中国人的印迹。天问一号探测器成功发射后,顺利被火星捕获,成为我国第一颗人造火星卫星。经过轨道调整,探测器先沿椭圆轨道 I 运行,之后进入称为火星停泊轨道的椭圆轨道 II 运行,如图所示,两轨道相切于近火点 P,则天问一号探测器 ( )

- A. 在轨道 II 上处于受力平衡状态  
B. 在轨道 I 运行周期比在 II 时短  
C. 从轨道 I 进入 II 在 P 处要加速  
D. 沿轨道 I 向 P 飞近时速度增大



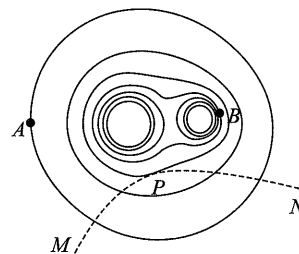
### 二、不定项选择题(本大题共 3 小题,每小题 5 分,共 15 分)

6. 列车运行的平稳性与车厢的振动密切相关,车厢底部安装的空气弹簧可以有效减振,空气弹簧主要由活塞、气缸及内封的一定质量的气体构成。上下乘客及剧烈颠簸均能引起车厢振动,上下乘客时气缸内气体的体积变化缓慢,气体与外界有充分的热交换;剧烈颠簸时气缸内气体的体积变化较快,气体与外界来不及热交换。若气缸内气体视为理想气体,在气体压缩的过程中 ( )
- A. 上下乘客时,气体的内能不变  
B. 上下乘客时,气体从外界吸热  
C. 剧烈颠簸时,外界对气体做功  
D. 剧烈颠簸时,气体的温度不变

7. 一冲九霄,问鼎苍穹。2021 年 4 月 29 日,长征五号 B 遥二运载火箭搭载空间站天和核心舱发射升空,标志着我国空间站建造进入全面实施阶段。下列关于火箭的描述正确的是 ( )

- A. 增加单位时间的燃气喷射量可以增大火箭的推力  
B. 增大燃气相对于火箭的喷射速度可以增大火箭的推力  
C. 当燃气喷出火箭喷口的速度相对于地面为零时火箭就不再加速  
D. 火箭发射时获得的推力来自喷出的燃气与发射台之间的相互作用

8. 两个位于纸面内的点电荷产生电场的等势面如图中实线所示,相邻等势面间的电势差相等。虚线 MPN 是一个电子在该电场中的运动轨迹,轨迹与某等势面相切于 P 点。下列说法正确的是 ( )



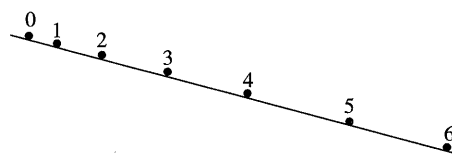
- A. 两点电荷可能是异种点电荷  
B. A 点的电场强度比 B 点的大  
C. A 点的电势高于 B 点的电势  
D. 电子运动到 P 点时动能最小

## 第 II 卷(非选择题 共 60 分)

### 三、实验题(本大题共 1 小题,共 12 分)

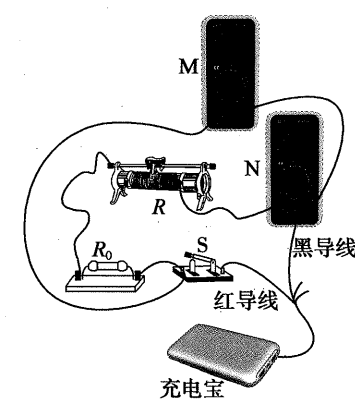
#### 9. (12 分)

- (1) 某实验小组利用手机的录像功能拍下小球在斜面上做匀加速直线运动的过程。为便于记录小球各个时刻在斜面上的位置,将录像中时间间隔为  $T$  的连续 7 幅画面合成到同一张图中,示意如图。依次测得小球各相邻位置间的距离为  $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6$ 。



- ① 写出小球在位置 1 的速度表达式\_\_\_\_\_。  
② 要求充分利用测量数据,写出小球运动过程中的加速度表达式\_\_\_\_\_。  
③ 在测量小球相邻位置间距时由于实验者读数产生的误差是\_\_\_\_\_ (填“偶然”或“系统”)误差。

- (2) 随着智能手机的广泛应用,充电宝成为手机及时充电的一种重要选择。充电宝可以视为与电池一样的直流电源。一充电宝的电动势约为  $5\ \text{V}$ ,内阻很小,最大放电电流为  $2\ \text{A}$ ,某实验小组测定它的电动势和内阻。他们剥开充电宝连接线的绝缘层,里面有四根导线,红导线为充电宝的正极,黑导线为充电宝的负极,其余两根导线空置不用,另有滑动变阻器  $R$  用于改变电路中的电流,定值电阻  $R_0=3\ \Omega$ ,两只数字多用电表 M、N,两表均为理想电表,并与开关 S 连成如图所示电路。



- ① 图中测量电流的电表是\_\_\_\_\_,测量电压的电表是\_\_\_\_\_。(均填写字母“M”或“N”)  
② 调节滑动变阻器,测得多组  $I, U$  数据,记录如下表,其中只有一个数据记录有误,审视记录的数据,可以发现表中第\_\_\_\_\_次的记录数据有误。

| 次数              | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 电流 $I/\text{A}$ | 0.299 | 0.477 | 0.684 | 0.877 | 1.065 | 1.281 | 1.516 |
| 电压 $U/\text{V}$ | 4.970 | 4.952 | 4.932 | 4.942 | 4.894 | 4.872 | 4.848 |

- ③ 电路中接入  $R_0$  可以达到下列哪个效果。\_\_\_\_\_

- A. 使测电流的电表读数变化明显  
B. 为了更准确地测量充电宝内阻  
C. 避免使充电宝的放电电流过大  
D. 减小测量电压的电表分流作用

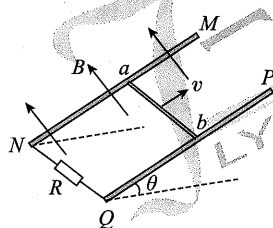
#### 四、计算题(本大题共3小题,共48分)

10. (14分)一玩具以初速度  $v_0$  从水平地面竖直向上抛出,达到最高点时,用遥控器将玩具内压缩的轻弹簧弹开,该玩具沿水平方向分裂成质量之比为  $1:4$  的两部分,此时它们的动能之和与玩具从地面抛出时的动能相等。弹簧弹开的时间极短,不计空气阻力。

- (1)求玩具上升到最大高度  $\frac{3}{4}$  时的速度大小;
- (2)求两部分落地时速度大小之比。

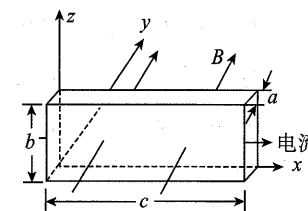
11. (16分)如图所示,两根足够长的平行光滑金属导轨  $MN$ 、 $PQ$  间距  $L=1\text{ m}$ ,其电阻不计,两导轨及其构成的平面均与水平面成  $\theta=30^\circ$  角,  $N$ 、 $Q$  两端接有  $R=1\ \Omega$  的电阻。一金属棒  $ab$  垂直导轨放置,  $ab$  两端与导轨始终有良好接触,已知  $ab$  的质量  $m=0.2\text{ kg}$ ,电阻  $r=1\ \Omega$ ,整个装置处在垂直于导轨平面向上的匀强磁场中,磁感应强度大小  $B=1\text{ T}$ 。  $ab$  在平行于导轨向上的拉力作用下,以初速度  $v_1=0.5\text{ m/s}$  沿导轨向上开始运动,可达到最大速度  $v=2\text{ m/s}$ 。运动过程中拉力的功率恒定不变,重力加速度  $g$  取  $10\text{ m/s}^2$ 。

- (1)求拉力的功率  $P$ ;
- (2)  $ab$  开始运动后,经  $t=0.09\text{ s}$  速度达到  $v_2=1.5\text{ m/s}$ ,此过程中  $ab$  克服安培力做功  $W=0.06\text{ J}$ ,求该过程中  $ab$  沿导轨的位移大小  $x$ 。



12. (18分)霍尔元件是一种重要的磁传感器,可用在多种自动控制系统中。长方体半导体材料厚为  $a$ 、宽为  $b$ 、长为  $c$ ,以长方体三边为坐标轴建立坐标系  $xyz$ ,如图所示。半导体中有电荷量均为  $e$  的自由电子与空穴两种载流子,空穴可看作带正电荷的自由移动粒子,单位体积内自由电子和空穴的数目分别为  $n$  和  $p$ 。当半导体材料通有沿  $+x$  方向的恒定电流后,某时刻在半导体所在空间加一匀强磁场,磁感应强度的大小为  $B$ ,沿  $+y$  方向,于是在  $z$  方向上很快建立稳定电场,称其为霍尔电场,已知电场强度大小为  $E$ ,沿  $-z$  方向。

- (1)判断刚加磁场瞬间自由电子受到的洛伦兹力方向;
- (2)若自由电子定向移动在沿  $+x$  方向上形成的电流为  $I_x$ ,求单个自由电子由于定向移动在  $z$  方向上受到洛伦兹力和霍尔电场力的合力大小  $F_{nz}$ ;
- (3)霍尔电场建立后,自由电子与空穴在  $z$  方向定向移动的速率分别为  $v_{nz}$ 、 $v_{pz}$ ,求  $\Delta t$  时间内运动到半导体  $z$  方向的上表面的自由电子数与空穴数,并说明两种载流子在  $z$  方向上形成的电流应满足的条件。







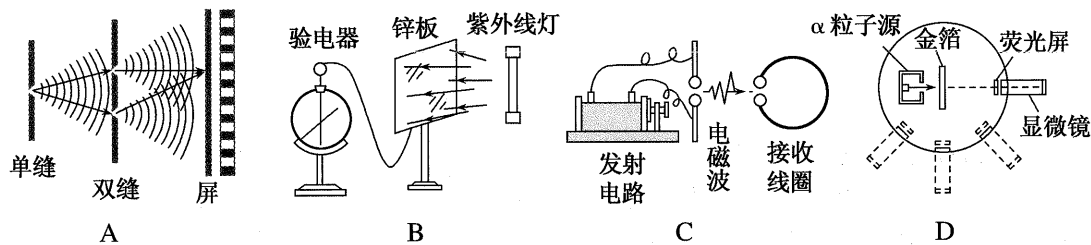
# 2020 年天津市普通高中学业水平等级性考试

本试卷分为第 I 卷(选择题)和第 II 卷(非选择题)两部分,共 100 分。考试用时 60 分钟。

## 第 I 卷(选择题 共 40 分)

### 一、单项选择题(本大题共 5 小题,每小题 5 分,共 25 分)

1. 在物理学发展的进程中,人们通过对某些重要物理实验的深入观察和研究,获得正确的理论认识。下列图示的实验中导致发现原子具有核式结构的是 ( )



2. 北斗问天,国之夙愿。我国北斗三号系统的收官之星是地球静止轨道卫星,其轨道半径约为地球半径的 7 倍。与近地轨道卫星相比,地球静止轨道卫星 ( )

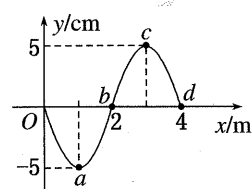
- A. 周期大 B. 线速度大  
C. 角速度大 D. 加速度大

3. 用非接触式体温测量仪通过人体辐射的红外线测量体温,用紫外线灯在无人的环境下消杀病毒。红外线和紫外线相比较 ( )

- A. 红外线的光子能量比紫外线的大 B. 真空中红外线的波长比紫外线的长  
C. 真空中红外线的传播速度比紫外线的大 D. 红外线能发生偏振现象,而紫外线不能

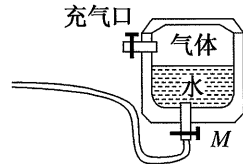
4. 一列简谐横波沿  $x$  轴正方向传播,周期为  $T$ ,  $t=0$  时的波形如图所示。  $t=\frac{T}{4}$  时 ( )

- A. 质点  $a$  速度方向沿  $y$  轴负方向  
B. 质点  $b$  沿  $x$  轴正方向迁移了 1 m  
C. 质点  $c$  的加速度为零  
D. 质点  $d$  的位移为 -5 cm



5. 水枪是孩子们喜爱的玩具,常见的气压式水枪储水罐示意如图所示。从储水罐充气口充入气体,达到一定压强后,关闭充气口。扣动扳机将阀门  $M$  打开,水即从枪口喷出。若在水不断喷出的过程中,罐内气体温度始终保持不变,则气体 ( )

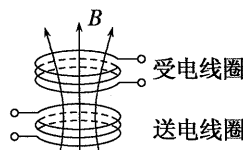
- A. 压强变大 B. 对外界做功  
C. 对外界放热 D. 分子平均动能变大



### 二、不定项选择题(本大题共 3 小题,每小题 5 分,共 15 分)

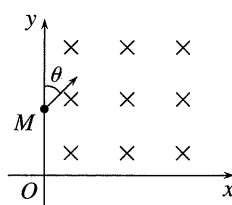
6. 手机无线充电是比较新颖的充电方式。如图所示,电磁感应式无线充电的原理与变压器类似,通过分别安装在充电基座和接收能量装置上的线圈,利用产生的磁场传递能量。当充电基座上的送电线圈通入正弦式交变电流后,就会在邻近的受电线圈中感应出电流,最终实现为手机电池充电。在充电过程中 ( )

- A. 送电线圈中电流产生的磁场呈周期性变化  
B. 受电线圈中感应电流产生的磁场恒定不变  
C. 送电线圈和受电线圈通过互感现象实现能量传递  
D. 手机和基座无需导线连接,这样传递能量没有损失



7. 如图所示,在  $Oxy$  平面的第一象限内存在方向垂直于纸面向里,磁感应强度大小为  $B$  的匀强磁场。一带电粒子从  $y$  轴上的  $M$  点射入磁场,速度方向与  $y$  轴正方向的夹角  $\theta=45^\circ$ 。粒子经过磁场偏转后在  $N$  点(图中未画出)垂直穿过  $x$  轴。已知  $OM=a$ ,粒子电荷量为  $q$ ,质量为  $m$ ,重力不计。则 ( )

- A. 粒子带负电荷 B. 粒子速度大小为  $\frac{qBa}{m}$   
C. 粒子在磁场中运动的轨道半径为  $a$  D.  $N$  与  $O$  点相距  $(\sqrt{2}+1)a$



8. 复兴号动车在世界上首次实现速度 350 km/h 自动驾驶功能,成为我国高铁自主创新的又一重大标志性成果。一列质量为  $m$  的动车,初速度为  $v_0$ ,以恒定功率  $P$  在平直轨道上运动,经时间  $t$  达到该功率下的最大速度  $v_m$ ,设动车行驶过程所受到的阻力  $F$  保持不变。动车在时间  $t$  内 ( )

- A. 做匀加速直线运动 B. 加速度逐渐减小  
C. 牵引力的功率  $P=Fv_m$  D. 牵引力做功  $W=\frac{1}{2}mv_m^2-\frac{1}{2}mv_0^2$

## 第 II 卷(非选择题 共 60 分)

### 三、实验题(本大题共 1 小题,共 12 分)

#### 9. (12 分)

- (1) 某实验小组利用图 1 所示装置测定平抛运动的初速度。把白纸和复写纸叠放一起固定在竖直木板上,在桌面上固定一个斜面,斜面的底边  $ab$  与桌子边缘及木板均平行。每次改变木板和桌边之间的距离,让钢球从斜面顶端同一位置滚下,通过碰撞复写纸,在白纸上记录钢球的落点。

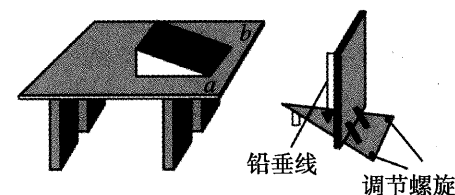


图 1

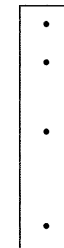


图 2

- ① 为了正确完成实验,以下做法必要的是\_\_\_\_\_。(多选)

- A. 实验时应保持桌面水平 B. 每次应使钢球从静止开始释放  
C. 使斜面的底边  $ab$  与桌边重合 D. 选择对钢球摩擦力尽可能小的斜面

- ② 实验小组每次将木板向远离桌子的方向移动 0.2 m,在白纸上记录了钢球的 4 个落点,相邻两点之间的距离依次为 15.0 cm、25.0 cm、35.0 cm,示意如图 2。重力加速度  $g$  取  $10 \text{ m/s}^2$ ,钢球平抛的初速度为\_\_\_\_\_ m/s。

- ③ 图 1 装置中,木板上悬挂一条铅垂线,其作用是\_\_\_\_\_。

- (2) 某实验小组选用以下器材测定电池组的电动势和内阻,要求测量结果尽量准确。

- 电压表(量程  $0\sim 3 \text{ V}$ ,内阻约为  $3 \text{ k}\Omega$ )  
电流表(量程  $0\sim 0.6 \text{ A}$ ,内阻约为  $1 \Omega$ )  
滑动变阻器( $0\sim 20 \Omega$ ,额定电流  $1 \text{ A}$ )  
待测电池组(电动势约为  $3 \text{ V}$ ,内阻约为  $1 \Omega$ )  
开关、导线若干

- ① 该小组连接的实物电路如图 3 所示,经仔细检查,发现电路中有一条导线连接不当,这条导线对应的编号是\_\_\_\_\_。



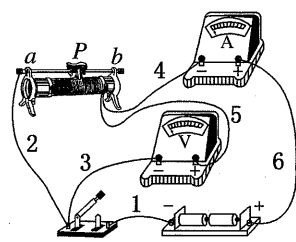


图 3

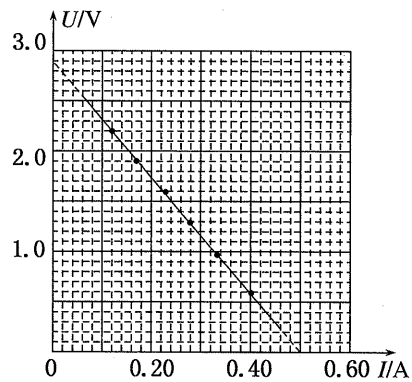


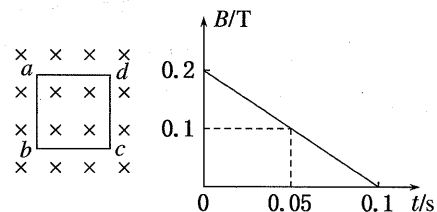
图 4

②改正这条导线的连接后开始实验,闭合开关前,滑动变阻器的滑片 P 应置于滑动变阻器的 \_\_\_\_\_ (选填“a”或“b”)端。

③实验中发现调节滑动变阻器时,电流表读数变化明显但电压表读数变化不明显。为了解决这个问题,在电池组负极和开关之间串联一个阻值为  $5\ \Omega$  的电阻,之后该小组得到了几组电压表读数  $U$  和对应的电流表读数  $I$ ,并作出  $U-I$  图像,如图 4 所示。根据图像可知,电池组的电动势为 \_\_\_\_\_ V,内阻为 \_\_\_\_\_  $\Omega$  (结果均保留两位有效数字)。

#### 四、计算题(本大题共 3 小题,共 48 分)

10. (14 分)如图所示,垂直于纸面向里的匀强磁场,磁感应强度  $B$  随时间  $t$  均匀变化。正方形硬质金属框  $abcd$  放置在磁场中,金属框平面与磁场方向垂直,电阻  $R=0.1\ \Omega$ ,边长  $l=0.2\ \text{m}$ 。

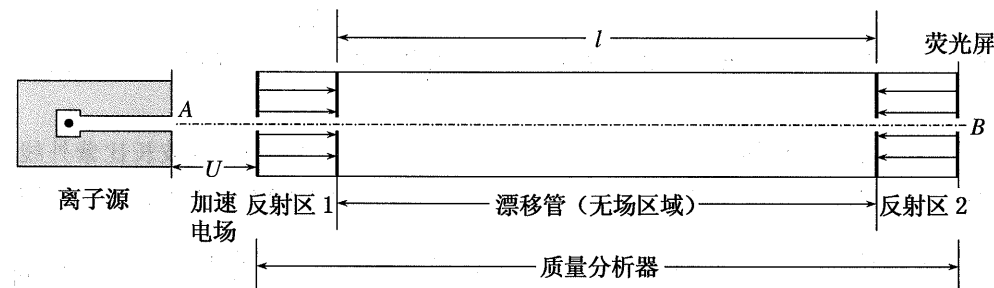


- (1)求在  $t=0$  到  $t=0.1\ \text{s}$  时间内,金属框中的感应电动势  $E$ ;
- (2)求  $t=0.05\ \text{s}$  时,金属框  $ab$  边受到的安培力  $F$  的大小和方向;
- (3)求在  $t=0$  到  $t=0.1\ \text{s}$  时间内,金属框中电流的电功率  $P$ 。

11. (16 分)长为  $l$  的轻绳上端固定,下端系着质量为  $m_1$  的小球 A,处于静止状态。A 受到一个水平瞬时冲量后在竖直平面内做圆周运动,恰好能通过圆周轨迹的最高点。当 A 回到最低点时,质量为  $m_2$  的小球 B 与之迎面正碰,碰后 A、B 粘在一起,仍做圆周运动,并能通过圆周轨迹的最高点。不计空气阻力,重力加速度为  $g$ 。

- (1)求 A 受到的水平瞬时冲量  $I$  的大小;
- (2)碰撞前瞬间 B 的动能  $E_k$  至少多大?

12. (18 分)多反射飞行时间质谱仪是一种测量离子质量的新型实验仪器,其基本原理如图所示,从离子源 A 处飘出的离子初速度不计,经电压为  $U$  的匀强电场加速后射入质量分析器。质量分析器由两个反射区和长为  $l$  的漂移管(无场区域)构成,开始时反射区 1、2 均未加电场,当离子第一次进入漂移管时,两反射区开始加上电场强度大小相等、方向相反的匀强电场,其电场强度足够大,使得进入反射区的离子能够反射回漂移管。离子在质量分析器中经多次往复即将进入反射区 2 时,撤去反射区的电场,离子打在荧光屏 B 上被检测到,可测得离子从 A 到 B 的总飞行时间。设实验所用离子的电荷量均为  $q$ ,不计离子重力。



- (1)求质量为  $m$  的离子第一次通过漂移管所用的时间  $T_1$ ;
- (2)反射区加上电场,电场强度大小为  $E$ ,求离子能进入反射区的最大距离  $x$ ;
- (3)已知质量为  $m_0$  的离子总飞行时间为  $t_0$ ,待测离子的总飞行时间为  $t_1$ ,两种离子在质量分析器中反射相同次数,求待测离子质量  $m_1$ 。



# 2019 年普通高等学校招生全国统一考试(天津卷)(改编版)

本试卷分为第 I 卷(选择题)和第 II 卷(非选择题)两部分,共 100 分。考试用时 60 分钟。

## 第 I 卷(选择题 共 40 分)

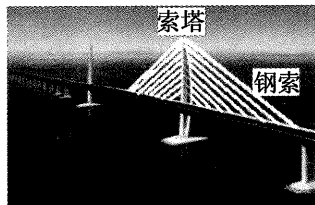
### 一、单项选择题(本大题共 5 小题,每小题 5 分,共 25 分)

1. 2018 年 12 月 8 日,肩负着亿万中华儿女探月飞天梦想的嫦娥四号探测器成功发射,“实现人类航天器首次在月球背面巡视探测,率先在月背刻上了中国足迹”。已知月球的质量为  $M$ 、半径为  $R$ ,探测器的质量为  $m$ ,引力常量为  $G$ ,嫦娥四号探测器围绕月球做半径为  $r$  的匀速圆周运动时,探测器的 ( )

- A. 周期为  $\sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{GM}}$  B. 动能为  $\frac{GMm}{2R}$   
C. 角速度为  $\sqrt{\frac{Gm}{r^3}}$  D. 向心加速度为  $\frac{GM}{R^2}$

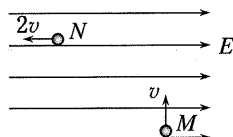
2. 2018 年 10 月 23 日,港珠澳跨海大桥正式通车。为保持以往船行习惯,在航道外建造了单面索(所有钢索均处在同一竖直面内)斜拉桥,其索塔与钢索如图所示。下列说法正确的是 ( )

- A. 增加钢索的数量可减小索塔受到的向下的压力  
B. 为了减小钢索承受的拉力,可以适当降低索塔的高度  
C. 索塔两侧钢索对称且拉力大小相同时,钢索对索塔的合力竖直向下  
D. 为了使索塔受到钢索的合力竖直向下,索塔两侧的钢索必须对称分布

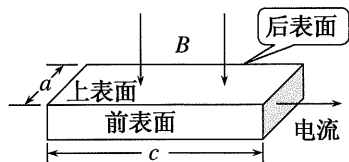


3. 如图所示,在水平向右的匀强电场中,质量为  $m$  的带电小球,以初速度  $v$  从  $M$  点竖直向上运动,通过  $N$  点时,速度大小为  $2v$ ,方向与电场方向相反,则小球从  $M$  运动到  $N$  的过程 ( )

- A. 动能增加  $\frac{1}{2}mv^2$  B. 机械能增加  $2mv^2$   
C. 重力势能增加  $\frac{3}{2}mv^2$  D. 电势能增加  $2mv^2$



4. 笔记本电脑机身和显示屏对应部位分别有磁体和霍尔元件。当显示屏开启时磁体远离霍尔元件,电脑正常工作;当显示屏闭合时磁体靠近霍尔元件,屏幕熄灭,电脑进入休眠状态。如图所示,一块宽为  $a$ 、长为  $c$  的矩形半导体霍尔元件,元件内的导电粒子是电荷量为  $e$  的自由电子,通入方向向右的电流时,电子的定向移动速度为  $v$ 。当显示屏闭合时元件处于垂直于上表面、方向向下的匀强磁场中,于是元件的前、后表面间出现电压  $U$ ,以此控制屏幕的熄灭。则元件的 ( )



- A. 前表面的电势比后表面的低 B. 前、后表面间的电压  $U$  与  $v$  无关  
C. 前、后表面间的电压  $U$  与  $c$  成正比 D. 自由电子受到的洛伦兹力大小为  $\frac{eU}{a}$

5. 中医拔罐疗法在中国有着悠久的历史,早在成书于西汉时期的帛书《五十二病方》中就有类似于后世的火罐疗法。其方法是以罐为工具,将点燃的纸片放入一个小罐内,当纸片燃烧完时,迅速将火罐开口端紧压在皮肤上,火罐就会紧紧地“吸”在皮肤上,造成局部瘀血,以达到通经活络、行气活血、消肿止痛、祛风散寒等作用的疗法。在刚开始的很短时间内,火罐“吸”在皮肤上的主要原因是 ( )

- A. 火罐内的气体温度不变,体积减小,压强增大  
B. 火罐内的气体压强不变,温度降低,体积减小  
C. 火罐内的气体体积不变,温度降低,压强减小  
D. 火罐内的气体体积不变,温度降低,压强增大

### 二、不定项选择题(本大题共 3 小题,每小题 5 分,共 15 分)

6. 我国核聚变反应研究大科学装置“人造太阳”2018 年获得重大突破,等离子体中心电子温度首次达到 1 亿摄氏度,为人类开发利用核聚变能源奠定了重要的技术基础。下列关于聚变的说法正确的是 ( )

- A. 核聚变比核裂变更为安全、清洁  
B. 任何两个原子核都可以发生聚变  
C. 两个轻核结合成质量较大的核,总质量较聚变前增加  
D. 两个轻核结合成质量较大的核,核子的比结合能增加

7. 一列简谐横波沿  $x$  轴传播,已知  $x$  轴上  $x_1=1\text{ m}$  和  $x_2=7\text{ m}$  处质点的振动图像分别如图 1、图 2 所示,则此列波的传播速率可能是 ( )

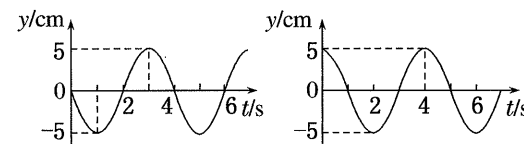
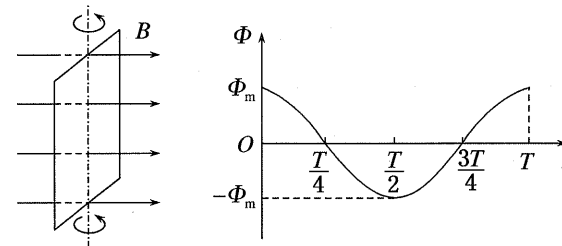


图 1

图 2

- A. 7 m/s B. 2 m/s C. 1.2 m/s D. 1 m/s

8. 单匝闭合矩形线框电阻为  $R$ ,在匀强磁场中绕与磁感线垂直的轴匀速转动,穿过线框的磁通量  $\Phi$  与时间  $t$  的关系图像如图所示。下列说法正确的是 ( )



- A.  $\frac{T}{2}$  时刻线框平面与中性面垂直 B. 线框的感应电动势有效值为  $\frac{\sqrt{2}\pi\Phi_m}{T}$   
C. 线框转一周外力所做的功为  $\frac{2\pi^2\Phi_m^2}{RT}$  D. 从  $t=0$  到  $t=\frac{T}{4}$  过程中线框的平均感应电动势为  $\frac{\pi\Phi_m}{T}$

## 第 II 卷(非选择题 共 60 分)

### 三、实验题(本大题共 1 小题,共 12 分)

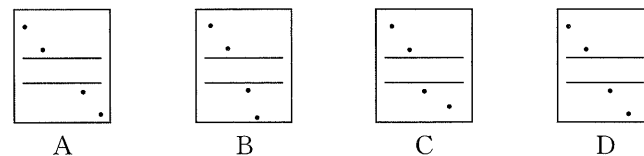
9. (12 分)

(1) 某小组做测定玻璃的折射率实验,所用器材有:玻璃砖,大头针,刻度尺,圆规,笔,白纸。

① 下列哪些措施能够提高实验准确程度 (多选)

- A. 选用两光学表面间距大的玻璃砖 B. 选用两光学表面平行的玻璃砖  
C. 选用粗的大头针完成实验 D. 插在玻璃砖同侧的两枚大头针间的距离尽量大些

② 该小组用同一套器材完成了四次实验,记录的玻璃砖界线和四个大头针扎下的孔洞如图所示,其中实验操作正确的是 ( )



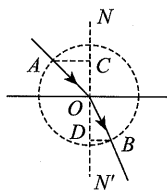
A

B

C

D

③该小组选取了操作正确的实验记录,在白纸上画出光线的径迹,以入射点  $O$  为圆心作圆,与入射光线、折射光线分别交于  $A$ 、 $B$  点,再过  $A$ 、 $B$  点作法线  $NN'$  的垂线,垂足分别为  $C$ 、 $D$  点,如图所示,则玻璃的折射率  $n = \underline{\hspace{2cm}}$ 。(用图中线段的字母表示)

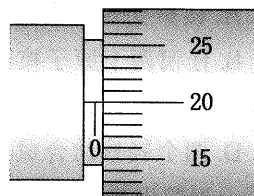


(2)现测定长金属丝的电阻率。

①某次用螺旋测微器测量金属丝直径的结果如图所示,其读数是  $\underline{\hspace{2cm}}$  mm。

②利用下列器材设计一个电路,尽量准确地测量一段金属丝的电阻。这段金属丝的电阻  $R_x$  约为  $100\ \Omega$ ,画出实验电路图,并标明器材代号。

电源  $E$  (电动势  $10\text{ V}$ ,内阻约为  $10\ \Omega$ )  
 电流表  $A_1$  (量程  $0\sim 250\text{ mA}$ ,内阻  $R_1=5\ \Omega$ )  
 电流表  $A_2$  (量程  $0\sim 300\text{ mA}$ ,内阻约为  $5\ \Omega$ )  
 滑动变阻器  $R$  (最大阻值  $10\ \Omega$ ,额定电流  $2\text{ A}$ )  
 开关  $S$  及导线若干



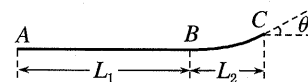
③某同学设计方案正确,测量得到电流表  $A_1$  的读数为  $I_1$ ,电流表  $A_2$  的读数为  $I_2$ ,则这段金属丝电阻的计算式  $R_x = \underline{\hspace{2cm}}$ 。从设计原理看,其测量值与真实值相比  $\underline{\hspace{2cm}}$  (选填“偏大”“偏小”或“相等”)。

#### 四、计算题(本大题共 3 小题,共 48 分)

10. (14 分)为了便于研究舰载机的起飞过程,假设上翘甲板  $BC$  是与水平甲板  $AB$  相切的一段圆弧,示意图如图所示,  $AB$  长  $L_1=150\text{ m}$ ,  $BC$  水平投影  $L_2=63\text{ m}$ ,图中  $C$  点切线方向与水平方向的夹角  $\theta=12^\circ$  ( $\sin 12^\circ \approx 0.21$ )。若舰载机从  $A$  点由静止开始做匀加速直线运动,经  $t=6\text{ s}$  到达  $B$  点进入  $BC$ 。已知飞行员的质量  $m=60\text{ kg}$ ,重力加速度  $g$  取  $10\text{ m/s}^2$ 。

(1)求舰载机水平运动的过程中,飞行员受到的水平力所做的功  $W$ ;

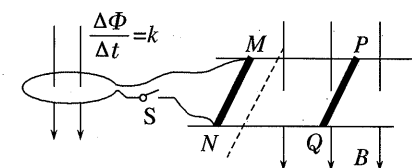
(2)求舰载机刚进入  $BC$  时,飞行员受到竖直向上的压力  $F_N$  的大小。



11. (16 分)如图所示,固定在水平面上间距为  $l$  的两条平行光滑金属导轨,垂直于导轨放置的两根金属棒  $MN$  和  $PQ$  的长度也为  $l$ 、电阻均为  $R$ ,两棒与导轨始终接触良好。 $MN$  两端通过开关  $S$  与电阻为  $R$  的单匝金属线圈相连,线圈内存在竖直向下均匀增加的磁场,磁通量变化率为常量  $k$ 。图中虚线右侧有垂直于导轨平面向下的匀强磁场,磁感应强度大小为  $B$ ,  $PQ$  的质量为  $m$ ,金属导轨足够长、电阻忽略不计。

(1)闭合  $S$ ,若使  $PQ$  保持静止,需在其上加多大的水平恒力  $F$ ,并指出其方向;

(2)断开  $S$ ,  $PQ$  在上述恒力作用下,由静止开始到速度大小为  $v$  的加速过程中流过  $PQ$  的电荷量为  $q$ ,求该过程安培力做的功  $W$ 。

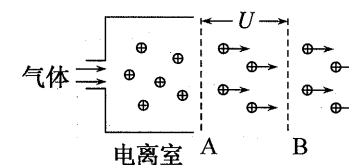


12. (18 分)2018 年,人类历史上第一架由离子引擎推动的飞机诞生,这种引擎不需要燃料,也无污染物排放。引擎获得推力的原理如图所示,进入电离室的气体被电离成正离子,而后飘入电极  $A$ 、 $B$  之间的匀强电场(初速度忽略不计),  $A$ 、 $B$  间电压为  $U$ ,使正离子加速形成离子束,在加速过程中引擎获得恒定的推力。单位时间内飘入的正离子数目为定值,离子质量为  $m$ ,电荷量为  $Ze$ ,其中  $Z$  是正整数,  $e$  是元电荷。

(1)若引擎获得的推力为  $F_1$ ,求单位时间内飘入  $A$ 、 $B$  间的正离子数目  $N$ ;

(2)加速正离子束所消耗的功率  $P$  不同时,引擎获得的推力  $F$  也不同,试推导  $\frac{F}{P}$  的表达式;

(3)为提高能量的转换效率,要使  $\frac{F}{P}$  尽量大,请提出增大  $\frac{F}{P}$  的三条建议。



## 参考答案

### 2022 年天津市普通高中学业水平等级性考试

1. B 本题考查原子核。A. 根据电荷数守恒和质量数守恒, 粒子 X 应该是  ${}^1_1\text{H}$ , 所以 X 是质子; B. 发生核反应时, 会释放能量, 所以该反应有质量亏损; C.  ${}^4_2\text{He}$  和  ${}^3_2\text{He}$  的质子数相同, 都是 2; D. 该反应属于聚变反应。

2. A 本题考查点电荷场、电场强度、电势能。AB. M、N 是以正点电荷为圆心的圆上的两点, 所以 M 点和 N 点的电势相同, 电场强度的大小相等, 但是方向不同; CD. 由于 M、N 两点电势相等, 负电荷由 M 点到 N 点, 电场力做功为零, 电势能变化量为零。

3. C 本题考查万有引力定律。A. 该卫星在地球静止轨道卫星(同步卫星)上, 处于赤道平面上, 不可能经过天津正上空。BCD. 卫星正常运行, 由万有引力提供向心力, 有  $G \frac{Mm}{r^2} = m \frac{v^2}{r} = m (\frac{2\pi}{T})^2 r = ma$ , 得  $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ ,  $a = \frac{GM}{r^2}$ ,  $T = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{GM}}$ , 由于该卫星的轨道半径大于空间站的轨道半径, 故该卫星的加速度小于空间站的加速度; 运行周期大于空间站的运行周期; 第一宇宙速度是近地卫星的运行速度, 所以该卫星的运行速度小于地球的第一宇宙速度。

4. D 本题考查电磁感应。A. 铝框进入和离开磁场过程, 磁通量变化都会产生感应电流, 受向左的安培力而减速, 完全在磁场中运动时磁通量不变做匀速直线运动, 可知离开磁场过程的平均速度小于进入磁场过程的平均速度, 所以离开磁场过程的时间大于进入磁场过程的时间; C. 由右手定则可知, 铝框进入磁场过程的感应电流为逆时针方向, 离开磁场过程的感应电流为顺时针方向; D. 铝框进入和离开磁场的过程中安培力对铝框的冲量  $I_{\text{安}} = -BIa\Delta t$ , 又  $q = \bar{I}\Delta t = \frac{\bar{E}}{R}\Delta t = \frac{\Delta\Phi}{R\Delta t}\Delta t = \frac{Ba^2}{R}$ , 所以

$I_{\text{安}} = -\frac{B^2 a^3}{R}$ , 即安培力对铝框的冲量相同; B. 铝框进入和离开磁场过程, 铝框均做减速运动, 可知铝框进入磁场过程的速度一直大于铝框离开磁场过程的速度, 根据  $F_{\text{安}} = BIa = B \frac{Bav}{R}a = \frac{B^2 a^2 v}{R}$ , 可知铝框进入磁场过程受到的安培力一直大于铝框离开磁场过程受到的安培力, 故铝框进入磁场过程克服安培力做的功大于铝框离开磁场过程克服安培力做的功, 即铝框进入磁场过程产生的热量大于铝框离开磁场过程产生的热量。

5. A 本题考查简谐横波。A. 因为是在同一均匀介质中传播, 所以波速  $v$  相同, 由题图可知, 波长  $\lambda$  之比为 1:2, 根据  $f = \frac{v}{\lambda}$  可知, 频率  $f$  之比为 2:1; B. 因为波速  $v$  相同, 但是波传播的距离不同, 所以开始振动的时刻不相同; C. 因为  $a$  与  $b$  的频率不同, 所以不能出现稳定的干涉现象; D. 由题图可知, 此时  $x = 3 \text{ m}$  处的质点运动方向沿  $y$  轴负方向, 所以 O 开始振动的方向也沿  $y$  轴负方向。

6. AC 本题考查热力学第一定律。AB. 绝热过程中  $Q = 0$ , 因为气体被压缩, 即体积变小, 外界对气体做正功, 即  $W > 0$ , 根据热力学第一定律  $\Delta U = Q + W$ , 可知  $\Delta U > 0$ , 即气体内能增加, 温度升高, 因为温度是分子平均动能的宏观体现, 所以气体分子的平均动能增加; C. 经过等压过程回到初始温度, 则该过程温度降低, 根据盖-吕萨克定律  $V = CT$ , 体积减小, 外界对气体做正功; D. 一定质量的理想气体的内能仅与温度有关, 因此温度降低, 理想气体的内能减小。

7. BD 本题考查电磁波。A. 由题图可知, 波长  $\lambda_a > \lambda_b$ , 因此频率  $\nu_a < \nu_b$ , 若  $a$ 、 $b$  光均由氢原子能级跃迁产生, 根据玻尔原子理论有  $h\nu = E_n - E_m$ , 所以产生  $a$  光的能级能量差小; B. 因为  $a$  光的波长长, 所以当  $a$ 、 $b$  光分别照射同一小孔发生衍射时,  $a$  光的衍射现象更明显; C. 根据爱因斯坦光电效应方程  $E_k = h\nu - W_0$  以及  $eU_c = E_k$ , 因为

$a$  光的频率小, 所以  $a$  光的遏止电压低; D. 双缝干涉实验中, 干涉条纹间距  $\Delta x = \frac{l}{d}\lambda$ , 因为  $a$  光的波长长, 所以  $a$  光的干涉条纹间距大。

8. BC 本题考查理想变压器。闭合开关 S 后, 最右侧线圈的输出功率变大, 所以最左侧线圈的输入功率也变大, 因为  $a$ 、 $b$  两端电压的有效值不变, 由  $P_1 = U_1 I_1$  可知, 最左侧线圈中的电流变大, 即电流表  $A_1$  的示数  $I_1$  变大, 根据  $\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2}$ , 可知输出电压  $U_2$  不变, 即电压表的示数不变, 根据  $\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1}$ , 则  $I_2$  变大, 所以电阻  $R$  的发热功率变大, 同理可知, 电流表  $A_2$  的示数也变大。

9. (1) ①10.5 ②A ③M P  
(2) ①B ②4.5 1.8 ③不变 变大

【解析】(1) 本题考查实验“验证动量守恒定律”。①游标卡尺的读数为  $10 \text{ mm} + 5 \times 0.1 \text{ mm} = 10.5 \text{ mm}$ ; ②在本实验中, 需要小球 A 两次沿斜槽滚到末端时的速度都水平且大小相同, 所以实验时需要让小球 A 每次都从同一位置由静止释放, 且斜槽的末端必须是水平的, 本实验为防止两球碰撞后入射球反弹, 入射球的质量应大于被碰球的质量; ③因为高度相同, 所以落地时间相同, 所以水平速度之比等于水平位移之比, A、B 两个小球发生碰撞后, A 球的速度会减小, 且 A 球的质量大于 B 球的质量, 所以 B 球的速度会大于不碰撞时 A 球的速度, 所以碰后 A 球落到 M 点, B 球落到 P 点。(2) 本题考查实验“电池电动势和内阻的测量”。①观察实物图可知, 连接方式是电流表内接法; ②根据闭合电路的欧姆定律  $E = U + Ir$ , 可得  $U = -rI + E$ , 结合图 2 可知, 电池的电动势  $E = 4.5 \text{ V}$ , 内阻  $r = 1.8 \Omega$ ; ③分析可知, 系统误差来自电压表的分流作用, 使得电流表的示数小于流过电池的电流, 设电压表的内阻为  $R_V$ , 则通过电压表的电流  $I_V =$

$\frac{U_{\text{测}}}{R_V}$ , 所以流过电池的电流  $I = I_{\text{测}} + \frac{U_{\text{测}}}{R_V}$ , 因为  $R_V$  不变, 随着  $U_{\text{测}}$  减小并趋于 0,  $I$  值趋于  $I_{\text{测}}$ , 所以实际图线与横坐标轴交点的数值不变, 当电流表示数为 0 时, 此时电压表接在电池两端,  $E_{\text{真}} = U + I_V r$ , 所以  $E_{\text{真}} > E_{\text{测}}$ , 即实际图线与纵坐标轴交点的数值将变大。

10. (1) 0.8 m/s (2) 0.004

解: (1) 设冰壶 A、B 质量均为  $m$ , 冰壶 A 受到的冰面支持力为  $F_N$ , 竖直方向上满足  $F_N = mg$ , 设冰壶 A 在 MN 间受到的滑动摩擦力为  $F_f$ , 满足  $F_f = \mu_1 F_N$ , 设冰壶 A 在 MN 间的加速度为  $a$ , 由牛顿第二定律有  $F_f = ma$ , 由速度与位移的关系式, 有  $v_1^2 - v_0^2 = -2ax_1$ , 联立解得  $v_1 = 0.8 \text{ m/s}$ ; (2) 设碰撞前瞬间冰壶 A 的速度为  $v_2$ , 由动量守恒定律, 有  $mv_2 = mv_A + mv_B$ , 设冰壶 A 在 NP 间受到的滑动摩擦力为  $F_f'$ , 满足  $F_f' = \mu_2 F_N$ , 由动能定理, 有  $-F_f' x_2 = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2$ , 联立解得  $\mu_2 = 0.004$ 。

11. (1)  $\frac{mv^2}{2q}$  (2)  $\frac{mv}{qB}$  (3)  $\frac{\pi m}{3qB}$

解: (1) 由左手定则可判断出粒子带正电, 粒子在平行金属板间运动的过程, 由动能定理, 有  $qU = \frac{1}{2}mv^2 - 0$ , 解得  $U = \frac{mv^2}{2q}$ ; (2) 粒子在磁场中做匀速圆周运动, 由洛伦兹力提供向心力, 有  $qvB = m \frac{v^2}{r}$ , 解得  $r = \frac{mv}{qB}$ ;



(3)设粒子在磁场中运动的轨迹圆弧所对应的圆心角为 $\theta$ ,

由几何关系可知, $\theta=60^\circ$ ,

设粒子在磁场中做匀速圆周运动的周期为 $T$ ,有 $T=\frac{2\pi r}{v}$ ,

粒子在磁场中运动的时间 $t=\frac{60^\circ}{360^\circ}\cdot T=\frac{\pi m}{3qB}$ .

12. (1)沿 $z$ 轴方向 (2) $\frac{\rho_0 \rho g l}{2B}$  (3) $U \geq \frac{\rho_0 \rho g l}{B}$

解:(1)根据电源极性可知电流方向为沿 $x$ 轴正方向,

需要所受安培力沿 $y$ 轴正方向,

根据左手定则可判断出磁场方向为沿 $z$ 轴负方向;

(2)设平板宽度为 $b$ ,两板间液面的初始高度为 $h$ ,

由题意,当液面高度为 $2h$ 时,两板间液体的电阻 $R=$

$\rho \frac{l}{2hb}$ ,

当两极板所加电压为 $U_0$ 时,设此时流过导电液体的电流为 $I$ ,

由欧姆定律得 $I=\frac{U_0}{R}$ ,

设此时液体所受的安培力大小为 $F$ ,有 $F=IlB$ ,

设此时两板间高出板外液面的液体质量为 $m$ ,有 $m=$

$\rho_0 V=\rho_0 b(2h-h)l$ ,

此时安培力与重力平衡,有 $F=mg$ ,

联立解得 $U_0=\frac{\rho_0 \rho g l}{2B}$ ;

(3)两板间液面持续上升前,设两板间液面的总高度为 $h'$ ,

由(2)的分析,同理可得 $\frac{U}{l}lB=\rho_0 b(h'-h)lg$ ,

整理得 $h'(\rho_0 g - \frac{BU}{\rho l})=\rho_0 gh$ ,

若想实现两板间液面持续上升,应满足 $\rho_0 g - \frac{BU}{\rho l} \leq 0$ ,

即 $U \geq \frac{\rho_0 \rho g l}{B}$ .

## 2023 年全国高考真题重组卷

1. D 本题考查万有引力定律。A. 物体在低速(速度远小于光速)宏观条件下质量保持不变,即在空间站和地面质量相同;BC. 设空间站离地面的高度为 $h$ ,这批物资在地面上静止,合力为零,在空间站所受合力为万有引力,即

$F=G \frac{Mm}{(R+h)^2}$ ,在地面受地球引力 $F_1=G \frac{Mm}{R^2}$ ,因此有

$F_1 > F$ ;D. 物体绕地球做匀速圆周运动,由万有引力提供

向心力,即 $G \frac{Mm}{r^2}=m\omega^2 r$ ,解得 $\omega=\sqrt{\frac{GM}{r^3}}$ ,这批物资在

空间站内的轨道半径小于地球同步卫星的轨道半径,因此这批物资的角速度大于地球同步卫星的角速度,而地球同步卫星的角速度等于地球自转的角速度,因此这批物资的角速度大于地球自转的角速度。

2. B 本题考查理想气体的状态方程。A. 根据理想气体的

状态方程 $\frac{pV}{T}=C$ ,整理得 $p=\frac{C}{V}T$ ,则从状态A到状态B

为等容变化,即从状态A到状态B气体的体积不变,则

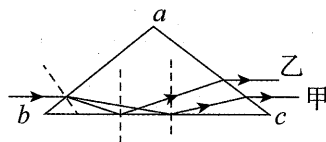
气体分子的数密度不变;B. 从状态A到状态B气体的温度升高,则气体分子的平均动能增大;C. 从状态A到状态B

气体的压强变大,气体分子的平均速率变大,则单位时间内气体分子对单位面积的器壁的作用力增大;D. 气

体的分子密度不变,从状态A到状态B气体分子的平均速率变大,则单位时间内与单位面积器壁碰撞的气体分子数增大。

3. A 本题考查原子物理。A. 相同质量的核燃料,轻核聚变比重核裂变更释放的核能更多;B. 根据质量数和电荷数守恒可知,氘核聚变的核反应方程为 ${}_1^2\text{H}+{}_1^3\text{H} \rightarrow {}_2^4\text{He}+{}_0^1\text{n}$ ;C. 核聚变的核反应燃料主要是氘核和氚核;D. 核聚变反应过程中放出大量能量,有质量亏损。

4. C 本题考查光学综合。根据折射定律和反射定律作出光路图如图所示:



由图可知,乙光的折射角较小,根据折射定律可知乙光的

折射率大,则乙光的频率大,所以乙光的波长短,根据

$v=\frac{c}{n}$ 可知在棱镜中的传播速度,甲光比乙光的大。

5. D 本题考查机车启动问题。由题意可知两节动车分别有 $P_1=f_1 v_1$ , $P_2=f_2 v_2$ ,当将它们编组后有 $P_1+P_2=$

$(f_1+f_2)v$ ,联立解得 $v=\frac{(P_1+P_2)v_1 v_2}{P_1 v_2 + P_2 v_1}$ 。

6. ABD 本题考查交变电流。A. 由题意可知,发电机的输出电压 $U_1=250\text{ V}$ ,输出功率 $P=500\text{ kW}$ ,则发电机的输出

电流 $I_1=\frac{P}{U_1}=2 \times 10^3\text{ A}$ ;B. 由题意可知,用户端电压

$U_4=220\text{ V}$ ,功率 $P'=88\text{ kW}$ ,则有 $\frac{U_3}{U_4}=\frac{I_4}{I_3}=\frac{n_3}{n_4}$ , $P'=$

$U_4 I_4$ ,联立解得 $I_4=400\text{ A}$ , $I_3=8\text{ A}$ , $U_3=11\,000\text{ V}$ ,则

输电线上损失的功率 $P_{\text{损}}=I_3^2 R=4\text{ kW}$ ;C. 理想变压器无功率损失,则有 $P=U_2 I_3+P_{\text{损}}$ ,且 $U_2=U_3+I_3 R=$

$11\,500\text{ V}$ ,联立解得 $P_{\text{损}}=408\text{ kW}$ ;D. 根据 $\frac{U_1}{U_2}=\frac{n_1}{n_2}$ ,解得

升压变压器的匝数比 $n_1:n_2=1:46$ 。

7. AC 本题考查机械振动。A. 由振动图像可看出该波的周期 $T=4\text{ s}$ ;B. 由于Q、P两个质点振动反相,则可知两者间距离为 $(n+\frac{1}{2})\lambda=6\text{ m}(n=0,1,2\cdots)$ ,所以波速 $v=$

$\frac{\lambda}{T}=\frac{3}{2n+1}\text{ m/s}(n=0,1,2\cdots)$ ,所以波速不一定是

$3\text{ m/s}$ ;C. 由质点P的振动图像可看出,在 $4\text{ s}$ 时质点P在平衡位置向上振动;D. 由质点Q的振动图像可看出,在 $4\text{ s}$ 时质点Q在平衡位置向下振动。

8. BC 本题考查静电场。A. 根据电场强度的叠加以及对称性可知,MN两点的电场强度大小相同,但是方向不同;B. 因为A、B两个正电荷在M、N两点的合电势相等,在C点的负电荷在M、N两点的电势也相等,则M、N两点的电势相等;CD. 因负电荷从M点到O点,因为A、B两个正电荷的合力对负电荷的库仑力从O点指向M点,则该力对负电荷做负功,C点的负电荷也对该负电荷做负功,可知三个电荷对该负电荷的合力对其做负功,则该负电荷的电势能增加,即负电荷在M点的电势能比在O点小,同理可知负电荷在N点的电势能比在O点小。

9. (1)0.007 20.034 20.027 (2)大于

(3)82.5 1.82 9.83

解析:本题考查实验“用单摆测量重力加速度的大小”。

(1)图(a)的示数 $d_0=0\text{ mm}+0.7 \times 0.01\text{ mm}=0.007\text{ mm}$ ;图(b)的示数 $d_1=20\text{ mm}+3.4 \times 0.01\text{ mm}=20.034\text{ mm}$ ;摆球的直径 $d=d_1-d_0=20.027\text{ mm}$ 。

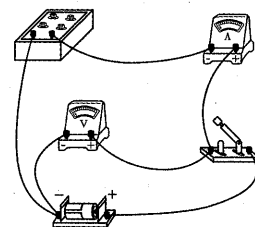
(2)角度盘的大小一定,即在规定的位位置安装角度盘,测量的摆角准确,但将角度盘固定在规定位置上方,即角度盘到悬挂点的距离变短,同样的角度,摆线在刻度盘上扫过的弧长变短,故摆线在角度盘上所指的示数为 $5^\circ$ 时,实际摆角大于 $5^\circ$ 。(3)单摆的摆线长度为 $81.50\text{ cm}$ ,摆长

$l=l_0+\frac{d}{2} \approx 82.5\text{ cm}$ ;一次全振动单摆经过最低点两次,

故此单摆的周期 $T=\frac{2t}{N}=1.82\text{ s}$ ;由单摆的周期表达式

$T=2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$ ,解得重力加速度 $g=\frac{4\pi^2 l}{T^2} \approx 9.83\text{ m/s}^2$ 。

10. (1)如图所示:



(2)1.58 0.64 (3)2.5 (4)偏小

解析:本题考查实验“电池电动势和内阻的测量”。

(2)由电路结合闭合电路的欧姆定律可得 $U=E-Ir$ ,由图(c)可知干电池的电动势 $E=1.58\text{ V}$ ,图线斜率即

内阻 $r=\frac{1.58-1.37}{0.33} \Omega \approx 0.64\Omega$ 。(3)根据 $E=I(R+R_A+r)$ ,整理得 $\frac{1}{I}=\frac{1}{E} \cdot R+\frac{R_A+r}{E}$ ,由图(d)可知纵轴

截距 $\frac{R_A+r}{E}=2$ ,解得 $R_A \approx 2.5\Omega$ 。(4)由于电压表内阻不是无穷大,则实验测得的是电压表内阻与电源内阻的并联总电阻,即实验中测得的电池内阻偏小。

11. (1) $\frac{1}{2}v_0$  (2) $mv_0^2$  (3) $\frac{2mR}{B^2 l^2}$

解:(1)由于绝缘棒Q与金属棒P发生弹性碰撞,由动量守恒定律,有 $3mv_0=3mv_Q+mv_P$ ,

由机械能守恒定律,有  $\frac{1}{2} \times 3mv_0^2 = \frac{1}{2} \times 3mv_Q^2 + \frac{1}{2}mv_P^2$ ,

联立解得  $v_P = \frac{3}{2}v_0, v_Q = \frac{1}{2}v_0$ ,

由题意可知,碰撞一次后,金属棒 P 和绝缘棒 Q 先后从导轨的最右端滑出导轨,并落在地面上同一地点,

则金属棒 P 滑出导轨时的速度大小  $v_P' = v_Q = \frac{1}{2}v_0$ ;

(2)由能量守恒定律,有  $\frac{1}{2}mv_P'^2 = \frac{1}{2}mv_P'^2 + Q$ ,

解得  $Q = mv_0^2$ ;

(3)金属棒 P 和绝缘棒 Q 碰撞后,对金属棒 P 分析,

由动量定理,有  $-BI\Delta t = mv_P' - mv_P$ ,

且  $q = I\Delta t, \bar{I} = \frac{\bar{E}}{R}, \bar{E} = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{Blx}{\Delta t}$ ,

联立解得  $x = \frac{mv_0R}{B^2l^2}$ ,

由于 Q 为绝缘棒,无电流通过,做匀速直线运动,

故绝缘棒 Q 在导轨上运动的时间  $t = \frac{x}{v_Q} = \frac{2mR}{B^2l^2}$ .

12. (1)  $\sqrt{2gl}$  (2) 小球和圆盘的速度大小均为  $\frac{\sqrt{2gl}}{2}$  (3)  $l$

解:(1)小球释放后做自由落体运动,下降高度为  $l$ ,

由动能定理,有  $mgl = \frac{1}{2}mv_0^2 - 0$ ,

解得  $v_0 = \sqrt{2gl}$ ;

(2)小球以大小  $v_0 = \sqrt{2gl}$  的速度与静止圆盘发生弹性碰撞,

由动量守恒定律,有  $mv_0 = mv_{球} + Mv_{盘}$ ,

由机械能守恒定律,有  $\frac{1}{2}mv_0^2 = \frac{1}{2}mv_{球}^2 + \frac{1}{2}Mv_{盘}^2$ ,

联立解得  $v_{球} = -\frac{1}{2}v_0 = -\frac{\sqrt{2gl}}{2}, v_{盘} = \frac{1}{2}v_0 = \frac{\sqrt{2gl}}{2}$ ,

即小球碰后速度大小为  $\frac{\sqrt{2gl}}{2}$ ,方向竖直向上,圆盘速度

大小为  $\frac{\sqrt{2gl}}{2}$ ,方向竖直向下;

(3)第一次碰撞后,小球做竖直上抛运动,圆盘摩擦力与重力平衡,匀速下滑,所以只要圆盘下降速度比小球快,

二者间距就不断增大,当二者速度相同时,间距最大,即

$v_{球} + gt = v_{盘}$ ,解得  $t = \frac{v_0}{g}$ ,

根据运动学公式得最大距离  $d_{max} = x_{盘} - x_{球} = v_{盘}t -$

$(v_{球}t + \frac{1}{2}gt^2) = \frac{v_0^2}{2g} = l$ .

13. (1)  $v_1 = \frac{2B_1qL}{m}, t = \frac{2\pi m}{3qB_1}$  (2)  $\frac{4B_1qL}{m}$  (3) 60%

解:(1)当离子不进入磁场 II 速度最大时,轨迹与边界相切,

由几何关系,有  $r_1 \cos 60^\circ + L = r_1$ ,

解得  $r_1 = 2L$ ,

离子在区域 I 的磁场中运动时,由洛伦兹力提供向心力,

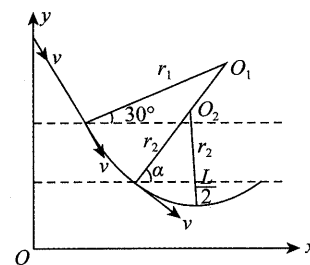
即  $qv_1B_1 = m \frac{v_1^2}{r_1}$ ,解得  $v_1 = \frac{2B_1qL}{m}$ ,

在磁场中运动的周期  $T = \frac{2\pi m}{qB_1}$ ,

运动时间  $t = \frac{120^\circ}{360^\circ}T = \frac{2\pi m}{3qB_1}$ ;

(2)若  $B_2 = 2B_1$ ,根据  $r = \frac{mv}{qB}$ ,可知  $r_1 = 2r_2$ ,

粒子在磁场中运动轨迹如图所示:



设  $O_1O_2$  与磁场边界夹角为  $\alpha$ ,

由几何关系,有  $r_1 \sin \alpha - r_1 \sin 30^\circ = L, r_2 - r_2 \sin \alpha = \frac{L}{2}$ ,

联立解得  $r_2 = 2L, \sin \alpha = \frac{3}{4}$ ,

离子在区域 II 的磁场中运动时,由洛伦兹力提供向心力,

即  $qv_2B_2 = m \frac{v_2^2}{r_2}$ ,解得  $v_2 = \frac{4B_1qL}{m}$ ;

(3)略

## 2021 年天津市普通高中学业水平等级性考试

1. D 本题考查物理学史、物理学研究方法, A. 牛顿提出“万有引力定律”是通过数学方法得到的; B. “库仑定律”是通过库仑扭秤实验总结出来的; C. 法拉第发现“电磁感应现象”,是通过控制变量法得到的; D. 伽利略根据理想实验法得出“力不是维持物体运动的原因”。

2. A 本题考查光学。A. 由  $v = \lambda f, v$  变小,  $f$  不变, 得波长  $\lambda$  变小; B. 由  $E = h\nu, \nu$  (即频率  $f$ ) 不变, 得光子能量  $E$  不变; C. 在传播过程中, 光的频率  $f$  保持不变; D. 由光在液体中的传播速度  $v = \frac{c}{n} (n > 1)$ , 得  $v < c$ 。

3. C 本题考查正弦式交流电。A. 周期  $T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{10\pi} = 0.2 \text{ s}$ ; B. 电压表的读数为电压的有效值, 根据正弦式交流电最大值和有效值的关系可知  $u_{有效} = \frac{u_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{50\sqrt{2} \text{ V}}{\sqrt{2}} = 50 \text{ V}$ , 即电压表的读数为  $50 \text{ V}$ ; C. 由  $I = \frac{u_{有效}}{R} = \frac{50 \text{ V}}{5 \Omega} = 10 \text{ A}$ , 得电流表读数为  $10 \text{ A}$ ; D. 由  $P = u_{有效} I = 50 \text{ V} \times 10 \text{ A} = 500 \text{ W}$ , 得电阻的电功率为  $500 \text{ W}$ 。

4. B 本题考查简谐运动。根据波形图读出波长  $\lambda = 4 \text{ m}$ , 再由波长、周期和波速的关系, 得到周期  $T = \frac{\lambda}{v} = 0.4 \text{ s}$ 。由题  $t = 0.6 \text{ s} = 1 \frac{1}{2}T, t = 0$  时位于坐标原点的质点从平衡位置沿  $y$  轴正方向运动, 经过  $1 \frac{1}{2}T$ , 该质点又回到平衡位置沿  $y$  轴负方向运动, 由同侧法可知, B 正确。

5. D 本题考查万有引力定律、开普勒定律。A. 天问一号探测器在轨道上运行过程中, 受到来自火星的万有引力作用, 因此受力不平衡; B. 根据开普勒第三定律, 探测器在轨道上运行时满足  $\frac{a_1^3}{T_1^2} = \frac{a_2^3}{T_2^2}$  ( $a$  代表椭圆轨道半长轴), 由图可知  $a_1 > a_2$ , 进而得出  $T_1 > T_2$ ; C. 要使天问一号由低轨道 II 切换至高轨道 I, 需要在 P 处点火加速, 反之则需减速; D. 根据开普勒第二定律可知, 近火点速度大于远火点速度, 探测器向近火点 P 飞近时速度增大。

6. AC 本题考查热力学第一定律、内能。A. 由题可知, “上下乘客时气缸内气体的体积变化缓慢, 气体与外界有充分的热交换”, 即气体温度与外界大气温度始终相等, 说明上下乘客的过程中理想气体温度  $T$  不变, 内能  $U$  不变; B. 在上下乘客气体被压缩的过程中, 外界对气体做功,  $W$  为正值,  $\Delta U = 0$ , 根据热力学第一定律  $\Delta U = W + Q$ , 得  $Q$  为负值, 即气体向外界放热; CD. 由题可知, “剧烈颠簸时气缸内气体的体积变化较快, 气体与外界来不及热交换”, 说明剧烈颠簸过程中, 气体既不吸热也不放热,  $Q = 0$ , 又压缩过程中外界对气体做功,  $W$  为正值, 得出  $\Delta U$  为正值, 即气体内能增加, 温度升高。

7. AB 本题考查动量守恒定律。ABC. 设火箭的总质量为  $M$ , 喷气前的速率为  $v_0$ , 质量为  $m$  的燃气相对于火箭以速率  $u$  向后喷出, 喷出后火箭的速率为  $v$ , 则燃气的对地速度为  $v - u$  (取火箭的速度方向为正方向), 由动量守恒定律得  $Mv_0 = (M - m)v + m(v - u)$ , 解得  $v = v_0 + \frac{m}{M}u$ , 所以增大  $m, u$ , 均可以增大喷气后火箭的速度  $v$ , 即增大了火箭的推力; D. 火箭向下急速喷出燃气的同时, 气体对火箭产生向上的巨大推力, 这说明推力来自燃气与火箭之间的相互作用。

8. CD 本题考查带电粒子在电场中的运动。A. 由图可知, 距离两电荷较近的 B、C 两点处于同一条等势线上, 说明两点电荷电性相同; B. 等差等势线越稀疏的地方, 电场强度越低, 由图可知 A 点的等差等势线更加稀疏, 所以 A 点的电场强度比 B 点的小; C. 由 O 点到 P 点的过程中, 电子电势能  $E_p$  增大, 根据  $\varphi = \frac{E_p}{q}$  (电子电荷量  $q$  为负), 得  $\varphi$  减小, 说明电子靠近两电荷时电势降低, 由图可知 A 点所在等势线电势更高; D. 电子由 O 点经 P 点到达 Q 点的过程中, 电场力与速度方向的夹角由钝角变为直角最后变为锐角, 说明电场力先做负功再做正功, 动能先减小后增加, 电势能先增加后减小, 所以到达 P 点时动能最小。

9. (1) ①  $\frac{x_1 + x_2}{2T}$  ②  $\frac{(x_4 + x_5 + x_6) - (x_1 + x_2 + x_3)}{9T^2}$

③偶然

(2)①N M ②4 ③C

解析:(1)本题考查匀变速直线运动的相关实验。①位置1是小球从位置0到位置2过程的中间时刻,根据极短时间内的平均速度等于瞬时速度,可得  $v_1 = \bar{v}_{02} = \frac{x_1 + x_2}{2T}$ ;

②根据公式  $x_n - x_m = (n - m)aT^2$ , 得  $x_4 - x_1 = 3aT^2$ ,  $x_5 - x_2 = 3aT^2$ ,  $x_6 - x_3 = 3aT^2$ , 将三式累加得  $(x_4 + x_5 + x_6) - (x_1 + x_2 + x_3) = 9aT^2$ , 故  $a = \frac{(x_4 + x_5 + x_6) - (x_1 + x_2 + x_3)}{9T^2}$ ; ③由于人的读数、记录

或计算的误差叫作偶然误差。

(2)本题考查实验:测定充电宝的电动势和内阻。①根据电表的使用规则:电流表与待测电流的用电器串联,电压表与待测电压的电路并联,故N是电流表,M是电压表;②观察表格中电压的测量结果发现:自左向右,记录的电压数值逐渐变小,故第4组数据出现明显错误;③由于充电宝的最大放电电流是2A,需要接入一定值电阻保护电路。

10. (1)  $\frac{1}{2}v_0$  (2)2

解:(1)设玩具上升的最大高度为  $h$ , 玩具上升到高度  $\frac{3}{4}h$  时的速度大小为  $v$ , 重力加速度大小为  $g$ ,

以初速度方向为正,由运动学公式有  $0 - v_0^2 = -2gh$ ,

$$v^2 - v_0^2 = -2g(\frac{3}{4}h),$$

联立上式解得  $v = \frac{1}{2}v_0$ ;

(2)设玩具分开时两部分的质量分别为  $m_1$ 、 $m_2$ , 水平速度大小分别为  $v_1$ 、 $v_2$ 。

依题意,动能关系为  $\frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)v_0^2$ ,

玩具达到最高点时速度为零,两部分分开时速度方向相反,

水平方向动量守恒,有  $m_1v_1 - m_2v_2 = 0$ ,

分开后两部分做平抛运动,由运动学关系,两部分落地时,竖直方向分速度大小为  $v_0$ , 设两部分落地时的速度大小分别为  $v_1'$ 、 $v_2'$ ,

由速度合成公式,有

$$v_1' = \sqrt{v_0^2 + v_1^2}, v_2' = \sqrt{v_0^2 + v_2^2},$$

联立上式,考虑到  $m_1 : m_2 = 1 : 4$ ,

$$\text{得 } \frac{v_1'}{v_2'} = 2.$$

11. (1)4 W (2)0.1 m

解:(1)在  $ab$  运动过程中,由于拉力功率恒定,  $ab$  做加速度逐渐减小的加速运动,速度达到最大时,加速度为零,设此时拉力的大小为  $F$ , 安培力大小为  $F_A$ ,

$$\text{有 } F - mgsin\theta - F_A = 0,$$

设此时回路中的感应电动势为  $E$ ,

由法拉第电磁感应定律,有  $E = BLv$ ,

设回路中的感应电流为  $I$ ,

$$\text{由闭合电路欧姆定律,有 } I = \frac{E}{R + r},$$

$ab$  受到的安培力  $F_A = ILB$ ,

由功率表达式,有  $P = Fv$ ,

联立上述各式,代入数据解得  $P = 4 \text{ W}$ ;

(2)  $ab$  从速度  $v_1$  到  $v_2$  的过程中,由动能定理,

$$\text{有 } Pt - W - mgxsin\theta = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2,$$

代入数据解得  $x = 0.1 \text{ m}$ 。

12. (1)沿  $+z$  方向 (2)  $e(\frac{I_n B}{neab} + E)$  (3)详见解析

解:(1)自由电子受到的洛伦兹力沿  $+z$  方向;

(2)设  $t$  时间内流过半导体垂直于  $x$  轴某一横截面自由电子的电荷量为  $q$ ,

$$\text{由电流定义式,有 } I_n = \frac{q}{t},$$

设自由电子在  $x$  方向上定向移动速率为  $v_{nx}$ ,

可导出自由电子的电流微观表达式为  $I_n = neabv_{nx}$ ,

单个自由电子所受洛伦兹力大小为  $F_{洛} = ev_{nx}B$ ,

霍尔电场力大小为  $F_{电} = eE$ ,

自由电子在  $z$  方向上受到的洛伦兹力和霍尔电场力方向相同,联立上式,其合力大小为  $F_{nz} = F_{洛} + F_{电}$

$$= e(\frac{I_n B}{neab} + E);$$

(3)设  $\Delta t$  时间内在  $z$  方向上运动到半导体上表面的自由电子数为  $N_n$ 、空穴数为  $N_p$ ,

$$\text{则 } N_n = nacv_{nz}\Delta t, N_p = pacv_{pz}\Delta t,$$

霍尔电场建立后,半导体  $z$  方向的上表面的电荷量就不再发生变化,则应  $N_n = N_p$ , 即在任何相等时间内运动到上表面的自由电子数与空穴数相等,这样两种载流子在  $z$  方向形成的电流应大小相等、方向相反。

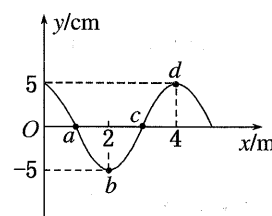
2020 年天津市普通高中学业水平等级性考试

1. D 本题考查物理学史。A. 双缝干涉实验说明了光具有波动性;B. 光电效应实验说明了光具有粒子性;C. 实验是有关电磁波的发射与接收,与原子核无关;D. 卢瑟福的  $\alpha$  粒子散射实验发现了原子具有核式结构。

2. A 本题考查万有引力定律。卫星由万有引力提供向心力,有  $G\frac{Mm}{r^2} = m\frac{v^2}{r} = m\omega^2 r = m\frac{4\pi^2}{T^2}r = ma$ , 可解得  $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$ ,  $\omega = \sqrt{\frac{GM}{r^3}}$ ,  $T = 2\pi\sqrt{\frac{r^3}{GM}}$ ,  $a = \frac{GM}{r^2}$ , 可知半径越大,线速度、角速度、加速度都越小,周期越大;故与近地卫星相比,地球静止轨道卫星周期大。

3. B 本题考查光学。A. 因为红外线的频率小于紫外线,根据  $E = h\nu$ , 可知红外线的光子能量比紫外线的低;B. 根据  $\nu = \frac{c}{\lambda}$ , 可知红外线的波长比紫外线的波长长;C. 真空中红外线和紫外线的传播速度是一样的;D. 光都具有偏振现象。

4. C 本题考查简谐运动。经过  $\frac{T}{4}$  周期,波向右传播了  $\frac{\lambda}{4}$ , 波形如图所示:



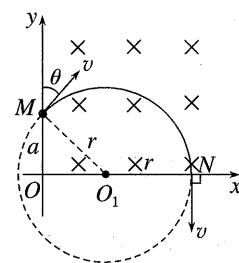
A. 由图可知,质点  $a$  恰好运动到平衡位置且沿着  $y$  轴正方向运动;B. 质点  $b$  只在竖直方向上运动,不会随波迁移;C. 质点  $c$  恰好运动到平衡,速度最大,加速度为零;D. 质点  $d$  的位移为  $5 \text{ cm}$ 。

5. B 本题考查理想气体状态方程、热力学第一定律。A. 随着水向外喷出,气体的体积增大,由于温度不变,根据

$pV = \text{恒量}$  可知气体压强减小;BC. 由于气体体积膨胀,对外界做功,根据热力学第一定律  $\Delta U = W + Q$ , 气体温度不变,内能不变,一定从外界吸收热量;D. 温度是分子平均动能的标志,由于温度不变,分子的平均动能不变。

6. AC 本题考查正弦式交流电、互感。AB. 由于送电线圈输入的是正弦式交变电流,是周期性变化的,因此产生的磁场也是周期性变化的;C. 根据变压器原理,原、副线圈通过互感现象实现能量传递,因此送电线圈和受电线圈也是通过互感现象实现能量传递;D. 手机与基座无需导线连接就能实现充电,但磁场能有一部分以电磁波辐射的形式损失掉,因此这样传递能量是有能量损失的。

7. AD 本题考查带电粒子在磁场中的运动。A. 粒子向下偏转,根据左手定则判断洛伦兹力,可知粒子带负电荷;BC. 粒子运动的轨迹如图所示:



由于速度方向与  $y$  轴正方向的夹角  $\theta = 45^\circ$ , 根据几何关系可知  $\angle OMO_1 = \angle OO_1M = 45^\circ$ ,  $OM = OO_1 = a$ , 则粒子运动的轨道半径为  $r = O_1M = \sqrt{2}a$ , 洛伦兹力提供向心力,  $qvB = m\frac{v^2}{r}$ , 解得  $v = \frac{\sqrt{2}qBa}{m}$ ; D.  $N$  与  $O$  点的距离为  $NO = OO_1 + r = (\sqrt{2} + 1)a$ 。

8. BC 本题考查机车启动。AB. 动车的功率恒定,速度在增大,根据  $P = F_{牵}v$  可知动车的牵引力减小,根据牛顿第二定律得  $F_{牵} - F = ma$ , 可知动车的加速度减小,所以动车做加速度减小的加速运动;C. 当加速度为  $0$  时,牵引力等于阻力,则额定功率为  $P = Fv_m$ ; D. 动车功率恒定,在  $t$  时间内,根据动能定理得  $W - Fs = \frac{1}{2}mv_m^2 - \frac{1}{2}mv_0^2$ 。

9. (1)①AB ②2 ③方便调整木板保持在竖直平面上

(2)①5 ②a ③2.9 0.80

解析:(1)本题考查实验:测定平抛运动的初速度。①A. 实验过程中要保证钢球水平抛出,所以要保持桌面水平;B. 为保证钢球抛出时速度相同,每次应使钢球从同一位

置静止释放;C.斜面底边  $ab$  不能与桌边重合,否则钢球到达斜面底边后,将不做平抛运动;D.实验只要每次钢球水平抛出时速度相同即可,斜面底边  $ab$  与桌面是否重合和钢球与斜面间摩擦力大小对于每次抛出的速度无影响。②每次将木板向远离桌子的方向移动  $0.2\text{ m}$ ,则在白纸上记录钢球的相邻两个落点的时间间隔相等,钢球抛出后在竖直方向做自由落体运动,根据  $\Delta y = gT^2$  可知相邻两点的时间间隔为  $T = 0.1\text{ s}$ ,钢球在水平方向上做

匀速直线运动,所以小球初速度为  $v = \frac{\Delta x}{T} = 2\text{ m/s}$ 。③

悬挂铅垂线的目的是方便调整木板保持在竖直平面上。

(2)本题考查实验:测定电池组的电动势和内阻。①因为电源内阻较小,故对于电源来说应该采用电流表外接法,图中采用的是电流表内接;故导线 5 连接不当,应该从电压表正接线柱接到电流表正接线柱。②开始实验前应该让滑动变阻器连入电路中的电阻最大,故应将滑片置于  $a$  端。③由图像可知图线与纵轴的交点即为电源电动势,故  $E = 2.9\text{ V}$ ;图线与横轴的交点为短路电流  $I = 0.50\text{ A}$ ,故可得等效内阻为  $r = \frac{E}{I} = \frac{2.9\text{ V}}{0.50\text{ A}} = 5.80\ \Omega$ ,又因为在开关和电池负极之间接有的电阻,在计算过程中等效为内阻,故电源内阻为  $r = 5.80\ \Omega - 5\ \Omega = 0.80\ \Omega$ 。

10. (1)  $0.08\text{ V}$  (2)  $0.016\text{ N}$ ,方向垂直于  $ab$  向左

(3)  $0.064\text{ W}$

解:(1)在  $t = 0$  到  $t = 0.1\text{ s}$  的时间  $\Delta t$  内,磁感应强度的变化量  $\Delta B = 0.2\text{ T}$ ,设穿过金属框的磁通量变化量为  $\Delta\Phi$ ,有  $\Delta\Phi = \Delta B l^2$ ,

由于磁场均匀变化,金属框中产生的电动势是恒定的,

$$E = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t},$$

联立上式,代入数据,解得  $E = 0.08\text{ V}$ ;

(2)设金属框中的电流为  $I$ ,由闭合电路欧姆定律,有  $I = \frac{E}{R}$ ,

由图可知, $t = 0.05\text{ s}$  时,磁感应强度为  $B_1 = 0.1\text{ T}$ ,

金属框  $ab$  边受到的安培力  $F = IlB_1$ ,

联立上式,代入数据,解得  $F = 0.016\text{ N}$ ,

方向垂直于  $ab$  向左;

(3)在  $t = 0$  到  $t = 0.1\text{ s}$  时间内,

金属框中电流的电功率为  $P = I^2 R$ ,

联立上式,代入数据,解得  $P = 0.064\text{ W}$ 。

11. (1)  $m_1 \sqrt{5gl}$  (2)  $\frac{5g(2m_1 + m_2)^2}{2m^2}$

解:(1)A 恰好能通过圆周轨迹的最高点,此时轻绳的拉力刚好为零,设 A 在最高点时的速度大小为  $v$ ,

由牛顿第二定律,有  $m_1 g = m_1 \frac{v^2}{l}$ ,

A 从最低点到最高点的过程中机械能守恒,取轨迹最低点处重力势能为零,设 A 在最低点的速度大小为  $v_A$ ,

$$\frac{1}{2} m_1 v_A^2 = \frac{1}{2} m_1 v^2 + 2m_1 gl,$$

由动量定理,有  $I = m_1 v_A$ ,

联立上式,得  $I = m_1 \sqrt{5gl}$ ;

(2)设两球粘在一起时速度大小为  $v'$ ,A、B 粘在一起后恰能通过圆周轨迹的最高点,需满足  $v' = v_A$ ,

要达到上述条件,碰后两球速度方向必须与碰前 B 的速度方向相同,以此方向为正方向,设 B 碰前瞬间的速度大小为  $v_B$ ,

由动量守恒定律,有  $m_2 v_B - m_1 v_A = (m_1 + m_2) v'$ ,

$$\text{又 } E_k = \frac{1}{2} m_2 v_B^2,$$

联立上式,得碰撞前瞬间 B 的动能  $E_k$  至少为

$$E_k = \frac{5gl(2m_1 + m_2)^2}{2m_2}.$$

12. (1)  $\sqrt{\frac{ml^2}{2qU}}$  (2)  $\frac{U}{E}$  (3)  $(\frac{t_1}{t_0})^2 m_0$

解:(1)设离子经加速电场加速后的速度大小为  $v$ ,

根据动能定理有  $qU = \frac{1}{2} m v^2 - 0$ ,

离子在漂移管中做匀速直线运动,则  $T_1 = \frac{l}{v}$ ,

$$\text{联立上式,得 } T_1 = \sqrt{\frac{ml^2}{2qU}},$$

(2)根据动能定理,有  $qU - qEx = 0$ ,

$$\text{得 } x = \frac{U}{E};$$

(3)离子在加速电场中运动和反射区电场中每次单向运动均为匀变速直线运动,平均速度大小均相等,设其为

$$\bar{v}, \text{ 有 } \bar{v} = \frac{v}{2},$$

通过  $x = \frac{U}{E}$  可知,离子在反射区的电场中运动路程是与离子本身无关的,所以不同离子在电场区运动的总路程相等,设为  $L_1$ ,在无场区的总路程设为  $L_2$ ,根据题目条件可知,离子在无场区速度大小恒为  $v$ ,设离子的总飞行时间为  $t_{\text{总}}$ 。

$$\text{有 } t_{\text{总}} = \frac{L_1}{\bar{v}} + \frac{L_2}{v},$$

$$\text{联立上式,得 } t_{\text{总}} = (2L_1 + L_2) \sqrt{\frac{m}{2qU}},$$

可见,离子从 A 到 B 的总飞行时间与  $\sqrt{m}$  成正比。

$$\text{由题意可得 } \frac{t_1}{t_0} = \sqrt{\frac{m_1}{m_0}},$$

$$\text{可得 } m_1 = (\frac{t_1}{t_0})^2 m_0.$$

2019 年普通高等学校招生全国统一考试

(天津卷)(改编版)

1. A 本题考查万有引力定律。A. 根据万有引力提供向心

力有  $\frac{GMm}{r^2} = m(\frac{2\pi}{T})^2 r$ , 得  $T = \sqrt{\frac{4\pi^2 r^3}{GM}}$ ; B. 根据万有引力

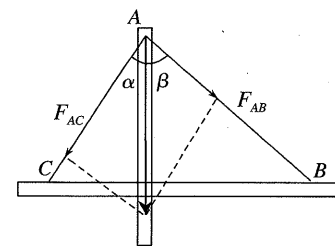
提供向心力有  $\frac{GMm}{r^2} = m \frac{v^2}{r}$ , 且动能  $E_k = \frac{1}{2} m v^2$ , 联立得

$$E_k = \frac{GMm}{2r}; \text{ C. 根据万有引力提供向心力有 } \frac{GMm}{r^2} =$$

$m\omega^2 r$ , 得  $\omega = \sqrt{\frac{GM}{r^3}}$ ; D. 根据万有引力提供向心力有

$$\frac{GMm}{r^2} = ma_n, \text{ 得 } a_n = \frac{GM}{r^2}.$$

2. C 本题考查力的平衡。A. 因为钢索拉着桥, 所以桥重通过钢索加在索塔上, 索塔受力为桥重, 与钢索数量无关; B. 合力一定, 分力间的夹角越小, 则分力越小, 为了减小钢索承受的拉力, 应该增大索塔的高度, 达到减小钢索间夹角的目的; C. 根据对称性可知, 索塔两侧钢索对称分布, 拉力大小相等时, 水平分力抵消, 钢索对索塔的合力竖直向下; D. 如图所示:



将钢索 AC、AB 的拉力  $F_{AC}$ 、 $F_{AB}$  进行合成, 合力竖直向下, 结合正弦定理可知  $\frac{F_{AB}}{\sin \alpha} = \frac{F_{AC}}{\sin \beta}$ , 得  $F_{AC} : F_{AB} = \sin \beta : \sin \alpha$ , 故索塔两侧的钢索不必须对称分布。

3. B 本题考查带电小球在匀强电场中的运动。小球的运动可以看成竖直方向的竖直上抛和水平方向在电场力作用下的初速度为 0 的匀加速直线运动。A. 小球的动能增加量  $\Delta E_k = \frac{1}{2} m (2v)^2 - \frac{1}{2} m v^2 = \frac{3}{2} m v^2$ ; B. 除重力外, 只有电场力做功, 电场力做功等于小球的机械能增加量, 电场力做功等于水平方向小球动能的增加量, 即  $W = \Delta E_{k\text{水平}} = \frac{1}{2} m (2v)^2 - 0 = 2m v^2$ , 即小球的机械能增加量为  $2m v^2$ ; C. 竖直方向只有重力做功, 小球做竖直上抛运动, 到达 N 点竖直速度为 0, 竖直方向动能减小量  $\Delta E_{k\text{竖直}} = \frac{1}{2} m v^2$ , 即重力势能增加  $\frac{1}{2} m v^2$ ; D. 电场力做正功, 电势能减小。

4. D 本题考查复合场。A. 电流方向向右, 电子向左定向移动, 根据左手定则判断可知, 电子所受的洛伦兹力方向向里, 则后表面积累了电子, 前表面的电势比后表面的电势高; BC. 由电子受力平衡可得  $e \frac{U}{a} = evB$ , 解得  $U = Bva$ , 所以前、后表面间的电压  $U$  与  $v$  成正比, 前、后表面间的电压  $U$  与  $c$  无关; D. 稳定时自由电子受力平衡, 受到的洛伦兹力等于电场力, 即  $F_{\text{洛}} = evB = \frac{eU}{a}$ 。

5. C 本题考查理想气体状态方程。在刚开始的很短时间内, 火罐内部气体体积不变, 由于火罐导热性良好, 所以火罐内气体温度迅速降低, 根据理想气体状态方程  $\frac{pV}{T} = C$  可知, 气体压强减小, 在外界大气压的作用下火罐“吸”在皮肤上。



6. AD 本题考查核聚变。A. 与裂变相比轻核聚变辐射极少,废物容易处理,更为安全、清洁;B. 自然界中最容易实现的聚变反应是氢的同位素——氘与氚的聚变,不是任何两个原子核就能发生核聚变;C. 两个轻核结合成质量较大的核,结合时放出能量,出现质量亏损,则总质量较聚变前减小;D. 两个轻核结合成质量较大的核,放出能量,总的结合能增加,则核子的比结合能增加。

7. BC 本题考查简谐运动。由图可知波的周期为 4 s,先假设  $x_1=1$  处质点和  $x_2=7$  m 处质点的距离小于一个波长,在 0 时刻,由图可知当  $x_1=1$  处质点在平衡位置向下振动, $x_2=7$  m 处的质点在波峰,则当波沿  $x$  轴的正方向传播时,考虑到波形的重复性,可知两质点的距离与波长的关系为  $x_2-x_1=(n+\frac{1}{4})\lambda(n=0,1,2\cdots)$ ,可得波长通式为  $\lambda=\frac{24}{4n+1}$  m( $n=0,1,2\cdots$ ),根据  $v=\frac{\lambda}{T}$  可得波速的通式为  $v=\frac{6}{4n+1}$  m/s( $n=0,1,2\cdots$ ),代入  $n$  为整数可得  $v=6$  m/s, 1.2 m/s,  $\frac{2}{3}$  m/s $\cdots$ (逐渐减小);当波沿  $x$  轴负方向传播时: $x_2-x_1=\frac{3}{4}\lambda$ ,考虑到波形的重复性,可知两质点距离与波长的关系为  $x_2-x_1=(n+\frac{3}{4})\lambda(n=0,1,2\cdots)$ ,可得波长的通式为  $\lambda=\frac{24}{4n+3}$  m( $n=0,1,2\cdots$ ),根据  $v=\frac{\lambda}{T}$  可得波速的通式为  $v=\frac{6}{4n+3}$  m/s( $n=0,1,2\cdots$ ),代入  $n$  为整数可得  $v=2$  m/s,  $\frac{6}{7}$  m/s $\cdots$ (逐渐减小)。

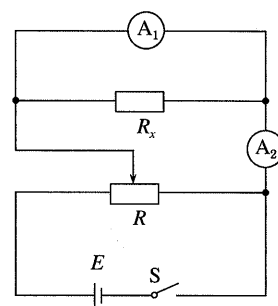
8. BC 本题考查正弦式电流。A. 由图像可知在  $\frac{T}{2}$  时刻,线框的磁通量最大,所以线框平面处在中性面;B. 由图可得磁通量的最大值为  $\Phi_m$ ,周期为  $T$ ,所以角速度为  $\omega=\frac{2\pi}{T}$ ,可知线框感应电动势的最大值为  $E_m=nBS\omega=\frac{2\pi\Phi_m}{T}$ ,由

于此线框在磁场绕轴转动时产生的电流为正弦交流电,故其电动势的有效值为  $E=\frac{E_m}{\sqrt{2}}=\frac{\sqrt{2}\pi\Phi_m}{T}$ ;C. 由于线框匀速转动,根据能量守恒定律可知外力做的功等于线框产生的焦耳热,则有  $W=\frac{E^2}{R}T=\frac{(\frac{\sqrt{2}\pi\Phi_m}{T})^2}{R}T=\frac{2\pi^2\Phi_m^2}{RT}$ ;D. 从  $t=0$  到  $t=\frac{T}{4}$  的过程中,磁通量变化量  $\Delta\Phi=\Phi_m-0=\Phi_m$ ,根据  $\bar{E}=n\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$  可得平均电动势为  $\bar{E}=\frac{4\Phi_m}{T}$ 。

9. (1)①AD ②D ③ $\frac{AC}{BD}$

(2)①0.200

②电路图如图所示:



③ $\frac{I_1R_1}{I_2-I_1}$  相等

解析:(1)本题考查实验:测定玻璃的折射率。①AD. 测定玻璃的折射率关键是根据入射光线和出射光线确定在玻璃中的传播光线,因此选用光学表面间距大的玻璃砖以及使同侧两枚大头针的距离大些都有利于提高实验准确度,减小误差;B. 两光学表面是否平行不影响折射率的测量;C. 为减小误差,应选用细长的大头针。②两光学表面平行的玻璃砖的入射光线与出射光线平行,在空气中的入射角大于玻璃中的折射角。③玻璃的折射率  $n=\frac{\sin i}{\sin r}$ ,又  $\sin i=\frac{AC}{R}$ ,  $\sin r=\frac{BD}{R}$ ,故  $n=\frac{AC}{BD}$ 。

(2)本题考查实验:测定金属丝的电阻率。①由图示螺旋测微器可知,其示数为  $0\text{ mm}+20.0\times 0.01\text{ mm}=0.200\text{ mm}$ ;②由题意可知,没有电压表,可以用已知内阻

的电流表  $A_1$  测电压,另一个电流表  $A_2$  测电流,由题意可知,待测电阻阻值远大于滑动变阻器阻值,为测多组实验数据,滑动变阻器应采用分压式接法。③由图示电路图可知,待测金属丝电阻  $R_x=\frac{U_x}{I_x}=\frac{I_1R_1}{I_2-I_1}$ ;由图示电路图可知,电压与电流的测量值等于真实值,由欧姆定律可知,电阻的测量值等于真实值。

10. (1) $7.5\times 10^4\text{ J}$  (2) $1.1\times 10^3\text{ N}$

解:(1)舰载机做初速度为零的匀加速直线运动,设其刚进入上翘甲板时的速度为  $v$ ,

则舰载机在 AB 上滑行过程  $L_1=\frac{v}{2}t$ ,

由动能定理得  $W=\frac{1}{2}mv^2-0$ ,

代入数据解得  $W=7.5\times 10^4\text{ J}$ ;

(2)设上翘甲板对应的圆弧半径为  $R$ ,

由几何知识得  $L_2=R\sin\theta$ ,

以飞行员为研究对象,由牛顿第二定律得  $F_N-mg=m\frac{v^2}{R}$ ,

代入数据解得  $F_N=1.1\times 10^3\text{ N}$ 。

11. (1) $\frac{Bkl}{3R}$ ,方向水平向右 (2) $\frac{1}{2}mv^2-\frac{2}{3}kq$

解:(1)设线圈中产生的感应电动势为  $E$ ,

根据法拉第电磁感应定律可得  $E=\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ ,则  $E=k$ ,

设 PQ 与 MN 并联的电阻为  $R_{\#}$ ,有  $R_{\#}=\frac{R}{2}$ ,

闭合开关 S 后,设线圈中的电流为  $I$ ,

根据闭合电路的欧姆定律可得  $I=\frac{E}{R_{\#}+R}$ ,

设 PQ 中的电流为  $I_{PQ}$ ,则  $I_{PQ}=\frac{1}{2}I$ ,

设 PQ 受到的安培力为  $F_{\#}$ ,有  $F_{\#}=BI_{PQ}l$ ,

保持 PQ 静止,根据平衡条件可得  $F=F_{\#}$ ,

联立解得  $F=\frac{Bkl}{3R}$ ,方向水平向右;

(2)设 PQ 由静止开始到速度大小为  $v$  的过程中,PQ 运动的位移为  $x$ ,所用的时间为  $\Delta t$ ,回路中磁通量的变化量为  $\Delta\Phi$ ,

平均感应电动势为  $\bar{E}=\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$ ,其中  $\Delta\Phi=Blx$ ,

PQ 中的平均电流为  $\bar{I}=\frac{\bar{E}}{2R}$ ,

根据电流强度的定义式可得: $\bar{I}=\frac{q}{\Delta t}$ ,

根据动能定理可得  $Fx+W=\frac{1}{2}mv^2-0$ ,

联立解得  $W=\frac{1}{2}mv^2-\frac{2}{3}kq$ 。

12. (1) $\frac{F_1}{\sqrt{2ZeU}}$  (2) $\frac{F}{P}=\sqrt{\frac{2m}{ZeU}}$  (3)详见解析

解:(1)设正离子经过电极 B 时的速度为  $v$ ,

根据动能定理,有  $ZeU=\frac{1}{2}mv^2-0$ ,

设正离子束所受的电场力为  $F_1'$ ,

根据牛顿第三定律,有  $F_1'=F_1$ ,

设引擎在  $\Delta t$  内飘入电极间的正离子个数为  $\Delta N$ ,

由牛顿第二定律,有  $F_1'=\Delta Nm\frac{v-0}{\Delta t}$ ,且  $N=\frac{\Delta N}{\Delta t}$ ,

联立上式得  $N=\frac{F_1}{\sqrt{2ZeU}}$ ;

(2)设正离子束所受的电场力为  $F'$ ,

由正离子束在电场中做匀加速直线运动,有  $P=\frac{1}{2}F'v$ ,

考虑到牛顿第三定律得到  $F'=F$ ,联立上式得  $\frac{F}{P}$

$=\sqrt{\frac{2m}{ZeU}}$ ;

(3)为使  $\frac{F}{P}$  尽量大,分析  $\frac{F}{P}=\sqrt{\frac{2m}{ZeU}}$  得到三条建议:用质

量大的离子;用带电量少的离子;降低加速电压。