# 物理 调研卷

考生注意：

1．试卷满分 100 分，考试时间 60 分钟。

2．本考试分设试卷和答题纸。答题前，务必在答题纸上填写姓名、报名号、考场号和座位号，并将核对后的条形码贴在指定位置上。作答必须写在答题纸上，在试卷上作答一律不得分。

3．本试卷标注“多选”的试题，每小题应选两个及以上的选项，但不可全选；未特别标注的选择类试题，每小题只能选一个选项。

4．本试卷标注“计算”“简答”“论证”的试题，在列式计算、逻辑推理以及回答问题过程中，须给出必要的图示、文字说明、公式、演算等。

5．除特殊说明外，本卷所用重力加速度大小 *g* 均取 9.8 m/s2。

## 一、氧气制备

富含氧气的空气是天然的制氧原料。工业制氧先使空气降温液化，再适当升温分馏出高纯度液氧。液氧在航天、医疗等领域均有广泛应用。

*O*

*f*(*v*)

*v*

I

1．干燥纯净空气在制冷装置中多次循环后，得到冷凝的液化空气。

（1）空气在循环时会经历剧烈的膨胀降温过程。降温前空气分子热运动的速率分布曲线 Ⅰ 如图所示，降温后空气分子热运动的速率分布曲线 Ⅱ 可能为

*f*(*v*)

*O*

I

Ⅱ

B

*v*

*f*(*v*)

*O*

A

Ⅱ

I

*v*

*f*(*v*)

*O*

II

I

C

*v*

*f*(*v*)

*O*

II

I

D

*v*

（2）达到冷凝温度前，一定质量的空气（可视为理想气体）经某一过程，放出热量 *Q*，外界对空气做功 *W*，在这一过程中气体温度下降，则（*W*、*Q* 均为正值）

A．*W* – *Q* > 0 B．*W* – *Q* < 0

2．当血氧饱和度过低时，需立即给病人供氧。某容积 50 L 的医用氧气袋，充满氧气后内部气压约为 1.1×105 Pa。若该氧气袋输出的氧气压强保持在 1.01×105 Pa，阀门的出气流速恒为 2.0 L/min，则该袋氧气最多可供氧\_\_\_\_\_\_\_\_\_min。（在此过程中气体温度不变，结果保留 2 位有效数字）

## 二、航天技术

从东方红一号到天宫空间站，我国的航天技术经过五十多年的发展，已达到了世界领先水平。

1．1970 年，我国发射的第一颗人造地球卫星以某种波向太空发送《东方红》乐曲信号，该波属于

A．机械波 B．引力波 C．物质波 D．电磁波

2．（计算）长征 5 号运载火箭长为 *L*，发射初期火箭总质量为 *m*，平均推力为 *F*，估算火箭离地上升距离 *L* 所需的时间 *t*。

3．天舟二号采用自主快速交会对接模式，成功对接天和核心舱后向端口。二者对接前、后瞬间的总动量大小分别为 *p*1、*p*2；总动能分别为 *E*1、*E*2，则

A．*p*1 > *p*2，*E*1 > *E*2 B．*p*1 = *p*2，*E*1 > *E*2

C．*p*1 > *p*2，*E*1 = *E*2 D．*p*1 = *p*2，*E*1 = *E*2

4．（计算）天宫空间站的质量为 *m*，绕地球运行的线速度大小为 *v*。以无穷远处为零势能面，求空间站的机械能 *E*。

5．航天员在空间站做了一系列实验。

（1）地面环境下某液体可沿一竖直毛细管爬升高度 *d*。若在空间站中将相同毛细管插入同种液体相同深度，管内、外液面间距为 *d*ʹ，则该液体对毛细管

A．浸润，*d*ʹ 大于 *d* B．浸润，*d*ʹ 小于 *d*

C．不浸润，*d*ʹ 大于 *d* D．不浸润，*d*ʹ 小于 *d*

（2）（多选）若航天员用弹簧振子做振动实验，得到振子的振动图线如图所示。在 0 ~ 1.0 s 内，振子速度大小不断增大的时间段是

0

*t*/s

*y*/m

0.2

1.0

0.5

−0.2

A．0 ~ 0.25 s B．0.25 ~ 0.5 s

C．0.5 ~ 0.75 s D．0.75 ~ 1.0 s

## 三、弹弓

弹弓是一种传统非遗技艺项目的器械。图（a）是一种“Y”型弹弓，两根完全相同的皮筋一端和弹兜相连，另一端分别固定在 Y 形支架的两个弓眼上，弹兜和皮筋质量均可忽略不计。使用者先拉伸皮筋皮筋，并保持弹丸静止，此时两皮筋长度相同，如图（b）所示，然后释放弹丸，让其弹出。

弓眼

弓眼

弓眼

皮筋

弓弩

皮筋

弹丸

弹兜

（a）

（b）

弓眼

弹兜

1．用力 *F*1 拉皮筋使弹丸处于静止状态时，两侧皮筋间夹角为 *θ*。若仅增大弓眼间距，再用力 *F*2 拉皮筋使弹丸处于静止状态，此时两皮筋间的夹角仍为 *θ*，则

A．*F*1 > *F*2 B．*F*1 = *F*2 C．*F*1 < *F*2

2．在 *t* = 0 时，以初速度 *v*0 = 60 m/s 竖直向上射出一质量 *m* = 1.0×10−2 kg的弹丸，其上升的最大高度 *h* = 40.8 m。弹丸在运动过程中所受空气阻力大小 *f* 与其速率 *v* 的关系满足 *f* = *kv*，其中 *k* = 1.0×10−2 N·s/m。

（1）弹丸从射出到运动至最高点的过程中，其 *v*-*t* 图线可能为

*O*

*t*

*v*

A

*O*

*t*

*v*

B

*O*

*t*

*v*

C

*O*

*t*

*v*

D

（2）（论证）分析说明弹丸在整个上升过程中所受空气阻力的冲量大小 *If* = *kh*；

（3）（计算）求弹丸从射出到运动至最高点的时间 *t*。（结果保留 2 位有效数字）

## 四、光梳

光梳是一种复色光，包含频率等间距分布的多种单色光，其中各单色光光强 *I*(*ν*) 与频率 *ν* 的关系如图所示。各单色光的频率可以表示为 *νk* = *ν*0 + *k*·Δ*ν*（*k* = 0，±1，±2，…），其中 *ν*0 是中心频率，相邻两单色光的频率差为 Δ*ν*。

*O*

*ν*

*I*(*ν*)

*ν*−1

*ν*+1

*ν*0

Δ*ν*

1．某光梳的光强 *I* 与频率 *ν* 的关系如题图所示，则光强 *I* 与波长 *λ* 的关系可能为

*O*

*λ*

A

*I*

*O*

*λ*

B

*I*

*O*

*λ*

C

*I*

*O*

*λ*

D

*I*

2．为把光梳中不同频率的单色光分开，可利用同种玻璃对不同频率光的折射率 *n* 不同这一规律。使光束斜射入一矩形玻璃砖，光束通过玻璃砖后各个单色光会分开并平行地从玻璃砖射出。为测定玻璃砖对某一单色光的折射率，将玻璃砖置于方格纸上，用插针法得到四个大头针 a、b、c、d 的位置如图所示。

（1）画出入射光线、折射光线和出射光线；

a

b

c

d

（2）由此得到玻璃砖对该单色光的折射率 *n* = \_\_\_\_\_\_\_\_。（保留 2 位有效数字）

*ν*−1

*ν*+1

*ν*0

光屏

双缝

*d*

*D*

单缝

︙

︙

︙

︙

3．如图，由玻璃砖出射的多束平行单色光经单缝后垂直入射到刻有双缝的不透明平面。双缝间距为 *d*，双缝所在平面与光屏之间距离为 *D*。

（1）为使光屏上干涉条纹间距变大，可\_\_\_\_\_\_双缝平面与光屏之间的距离 *D*。

（2）同步地上、下移动单缝和双缝平面，分别得到两种不同频率单色光的相邻干涉条纹间距为 *x*1 和 *x*2，这两种单色光的频率差为\_\_\_\_\_\_。

## 五、无线充电技术

无线充电器的发射线圈产生交变磁场，在接收设备（手机等）发射线圈内的线圈中产生交变电流，实现电能的无线传输。

接收线圈

发射线圈

1．从上往下俯视，当无线充电发射线圈中的电流逆时针增大时，接收设备线圈中的电流为\_\_\_\_\_\_\_\_方向。

2．若接收线圈获得的正弦交流电的电压随时间变化规律如图（a）所示。

(a)

*t*/10−2s

*u*/V

1

2

3

7

0

−7

(b)

*t*/10−2s

*u*/V

1

2

3

7

0

−7

（1）以 s 为时间 *t* 的单位，V 为电压 *u* 的单位，此交流电电压 *u* 随时间 *t* 变化的方程为\_\_\_\_\_\_\_；

（2）此交流电压的有效值与图（b）所示交流电电压的有效值之比为

A．1∶1 B．1∶ C．∶1 D．1∶2

3．某发电厂发出的交流电电压为 *U*1，功率为 *P*。远距离输电线路的总电阻为 *r*。现采用电压达 *U*2 的特高压输电技术进行输电，变电站理想升压变压器输入线圈和输出线圈的匝数比为\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_；输电线上损失的功率为\_\_\_\_\_\_\_\_。

4．如图（a），某无线充电装置接收线圈匝数为 *N*、半径为 *a*、电阻为 *r*。一匀强磁场垂直穿过线圈，其磁感应强度 *B* 随时间 *t* 变化规律如图（b）所示。外接定值电阻阻值为 *R*。求：

(b)

*t*

*B*

*B*0

0

*t*0

2*t*0

3*t*0

*R*

(a)

*B*

−*B*0

（1）（计算）在 0 ~ *t*0 时间内，接收线圈中的感应电动势 *E*。

（2）（计算）在 0 ~ *t*0 时间内，通过定值电阻的电荷量 *q*。

（3）在 0 ~ *t*0、*t*0 ~ 1.5 *t*0 两段时间内，定值电阻上产生的热量之比为

A．2∶1 B．1∶1 C．1∶2 D．1∶4

5．另一种无线充电技术是利用电容两个极板的静电耦合实现电能的传输。

（1）在做“观察电容器的充、放电现象”实验时，先将开关 S 拨到位置 1，一段时间后再拨到位置 2。在此过程中，根据电压传感器与电流传感器测量数据得到的 *u*-*t* 和 *i*-*t* 图线可能为

V

A

1

2

S

*O*

*t*

*u*

*O*

*t*

*i*

A

*O*

*t*

*u*

*O*

*t*

*i*

B

*O*

*t*

*u*

*O*

*t*

*i*

C

*O*

*t*

*u*

*O*

*t*

*i*

D

（2）将一电容为 0.2 μF 的电容器与一电压恒定的电源连接，电容器充电完成后，两极板上的电荷量分别为 + 2.4 μC 和 − 2.4 μC，则电源电压为\_\_\_\_\_\_\_\_\_V。

## 六、质谱仪

如图为某质谱仪的原理图。真空中，一质量为 *m*、带电量为 *q* 的正离子以大小为 *v*0 的初速度沿 *x* 轴运动，经长度为 *d* 的区域 Ⅰ 后，运动到与区域 Ⅰ 边界相距为 *L* 的 *yOz* 平面。

+*q*

*v*0

Ⅰ

*d*

*L*

*z*

*y*

*x*

*O*

1．若区域 Ⅰ 中仅存在沿 *y* 轴正方向的匀强磁场，磁感强度大小为 *B*。

（1）该离子在刚进入磁场时所受洛伦兹力的方向沿

A．*y* 轴正方向 B．*y* 轴负方向 C．*z* 轴正方向 D．*z* 轴负方向

（2）该离子在磁场中做半径 *R* = \_\_\_\_\_\_\_\_\_的圆周运动；离子穿出磁场时垂直于 *x* 轴方向的速度分量大小 *v*⊥ = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_。

2．（计算）若在区域 Ⅰ 中仅存在沿 *y* 轴正方向的匀强电场，电场强度大小为 *E*。求离子落在 *yOz* 平面上时距原点 *O* 的距离 *s*。

# 物理 调研卷答案要点

## 一、制备氧气（9分）

1．（1）A（3分） （2）B（3分）

2．27（3分）

说明：仅有效数字不对得 2 分

## 二、航天技术（25分）

1．D（3分）

2．解：（5分）

不考虑火箭上升过程中推力和质量的变化，火箭所受空气阻力忽略不计，火箭上升的运动可视为匀加速直线运动。

*G*

*F*

火箭上升过程中受到推力 *F* 和重力 *G*，受力分析如图所示

火箭所受合力 *F*合 = *F* – *mg* （1） （1分）

由牛顿第二定律得 *F*合 = *ma* （2） （1分）

解得： *a* =

火箭上升距离 *x* = *L* （3） （1分）

火箭离地上升过程中做匀加速直线运动，由 *x* = *at*2 （4） （1分）

解得： *t* = （1分）

说明：

①若直接写成 *F* – *mg* = *ma*，相当于（1）、（2），得2分

②若直接写成 *L* = *at*2，相当于（3）、（4），得2分

③若直接写成 2*L* = *at*2，扣（3）式1分

④若用 *L* = *t*，*v*2 = 2*aL* 可等价于 *L* = *at*2，得2分

⑤若用动量定理和动能定理则：

(*F* − *mg*)*t* = *mv* 相当于（1）、（2），得2分

(*F* − *mg*)*L* = *mv*2 相当于（3）、（4），得2分

⑥若计算过程中考虑了空气阻力且**未明确说明**假设空气阻力为恒力（无建模能力），则该过程使用匀变速直线运动规律无依据，仅得（2）式的1分

⑦若计算过程中考虑了空气阻力且**明确说明假设空气阻力为恒力（建模部分正确）**，则 *F*合 = *F* – *mg* – *f*，据此计算出 *t* = 扣（1）式的1分和答案的1分

3．B（3分）

4．解：（7分）

动能 *E*k = *mv*2 （1） （1分）

引力势能 *E*p = − （2） （1分）

空间站受地球万有引力 *F*引 提供其做匀速圆周运动所需的向心力 *F*心

*F*引 = （3） （1分）

*F*心 = *m* （4） （1分）

*F*引 = *F*心 （5） （1分）

机械能 *E* = *E*k + *E*p （6） （1分）

解得 *E* = − *mv*2 （7） （1分）

说明：

①引力势能计算不正确或过程错误，但结果碰巧正确的，过程及结果均不得分

②写成 *mg*′ = *m* 的，认为其知道 *r* 高度处的“引力场强度”不是地表的 *g*，得2分

③写成 *mg* = *m* 的，认为其仅知道向心力表达式，得1分

④写成 *E* = *mv*2的，认为 *E* 是题中的机械能，该公式不得分

⑤无引力势能部分的推导，仅写成 *E* = *E*k + *E*p = *mv*2 − *mv*2 = − *mv*2 的，仅给动能1分和机械能1分以及答案1分，共3分

⑥由 *F*引 = 直接或者通过 ×*r* 得出 *E*p = 或 *E*p = − 则扣（3）、（4）、（5）三个式子的3分

5．（1）A（3分） （2）BD（4分）

## 三、弹弓（12分）

1．C（3分）

2．（1）A（3分）

（2）（3分）

第一种方法：

① *F* – *t* 图中曲线所围面积即为冲量；

② 空气阻力 *f* ∝ *v*；因此 *f* – *t* 图和 *v* – *t* 图曲线所围面积相差一个常量 *k*；

③ 弹丸上升过程 *v* – *t* 图曲线所围面积即上升高度 *h*，可得空气阻力的冲量 *If* = *kh*。

第二种方法：

变力的冲量可用平均冲力的冲量描述：即 *If* = *T*，其中的 *T* 为变力作用时间。由于 = *k*，

由此得 *If* = *kT* = *kh*

说明：*If* = *T* = *kT* 1 分；又 *h* = *T* 1 分。其中 写成 *f* 不扣分

第三种方法

将上升过程的时间分为 *n* 个极小时间段，弹丸在每个小时段内的运动可视为匀速直线运动，可得在此段时间内空气阻力的冲量 Δ*If* = *kv*·Δ*t* = *k*·Δ*h*，对每个时间段的结果求和即得

*If* = = *k* = *kh*。

说明：Δ*If* = *kv*·Δ*t* 1 分，又 *If* = *k* 1 分

写成 *If* = *Ft* = *ft* = *kvt* = *kh* 或 *If* = *ft* = *f* = *kv*·= *kh* 仅得冲量定义的1分

（3）解：（3分）

弹丸从射出到运动至最高点的过程中，以竖直向上为正方向，由动量定理得

*G*

*f*

− *mgt* – *If* = 0 – *mv*0 （2分）

解得：*t* = = s ≈ 2.0 s （1分）

说明：有效数字不对扣 1 分

## 四、光梳（13分）

1．D（3分） 2．（1）如图（3分）

a

b

c

d

说明：

① 正确画线，每条线 1 分，不区分实线、虚线；不区分有、无箭头，多画其余线不扣分

② 线（1）未过 a 或 b 扣 1 分；线（3）未过 c 或 d 扣 1 分；线（2）未过入射和出射点扣 1 分

③ 明显未用直线不得分

（2）1.7（1.5 ~ 2.0 均可）（2分）

说明：有效位数错误扣 1 分

3．（1）增大（2分）

说明：变大、增加等意思正确均给分

（2）（3分）

说明：

① 写成 或 或 得 3 分

② 不区分 *C*、*c*

③ 写成 得 3 分，且不区分 *v* 和 *V*

④ 光速用 3×108 代入不扣分

【9题详解】

1．由题图可知，中心频率的光强最强，比中心频率小的单色光有两束，且频率越小光强越小；比中心频率大的单色光有四束，且频率越高光强越小。对应的，中心波长的光强最强，比中心波长大的单色光有两束，且波长越大光强越小；比中心波长小的单色光有四束，且波长越小光强越小。根据 c = 可得，则有



当不变，随着波长的增大，也增大，故也增大，即相邻的波长间距也逐渐增大。

故选 D。

（1）图略

（2）根据折射率的定义有



（1）根据双缝干涉条纹间距公式可得 

要使干涉条纹间距 Δ*x* 变大，可增大双缝平面与光屏之间的距离 *D*。

（2）根据条纹间距公式可得





则两种单色光的频率分别为



频率差为



## 五、无线充电技术（26分）

1．顺时针（2分）

说明：

①仅写：顺 得1分

②写：正、负等其他 0分

2．（1）*u* = 7sin(100π*t*) （2分）

说明：

①不区分括号位置以及有无，不区分 π 是用数值还是符号，例如

*u* = 7sin(100π*t*)、*u* = 7sin100π*t*、*u* = 7sin(314*t*)、*u* = 7sin314*t* 2分

②不是方程得1分，例如

7sin(100π*t*)、7sin100π*t*、7sin(314*t*)、7sin314*t* 1分

③单独未用 *u* 表示的1分，例如

*f*(*t*) = 7sin(100π)*t*、*f*(*t*) = 7sin100π*t*、*f*(*t*) = 7sin(314*t*)、*f*(*t*) = 7sin314*t* 1分

④写成 *y* 关于 *x* 的函数或者自变量为 x 的不得分，例如

*y* = 7sin(100π*x*)、*y* = 7sin100π*x*、*y* = 7sin(314*x*)、*y* = 7sin314*x t* 0分

（2）B（3分）

3．*U*1∶*U*2 （2分）

说明：

①*U* 和 *V* 或区分不清的，不扣分

②下标看不清、错误或其他错误答案不给分

*r* 或 *r*（2分）

说明：

①*R* 1分

②下标看不清、错误或其他错误答案不给分

4．（1）解：（3分）

由法拉第电磁感应定律得 *E* = *N*= *N*π*a*2 （1） （1分）

由图（d）得 0 ~ *t*0 图像斜率大小为 = （2） （1分）

联立（1）（2）解得 *E* = （3） （1分）

说明：

① 不区分 *N* 和 *n*

② Δ*Φ* 写成 Δ*B*·*S* 不扣分

③ Δ*t* 写成 *t*0 不扣分

④ *E* 有负号不扣分

⑤ Δ*Φ* 写成 *Φ* 或 Δ*B* 写成 *B* 扣（1）的 1 分

⑥ 仅写成 *E* = 扣（1）的 1 分

⑦ 计算过程中无 *N* 而最后答案中有 *N* 扣（1）的 1 分

⑧ 结果中 *S* 未用 *a* 表示或 *B*0、*t*0 无小标的扣答案的 1 分

⑨ 直接写成 *NkS* 扣 1 分

⑩ 整个过程中无 *N* 的，扣（1）的 1 分以及答案的 1 分共 2 分

（2）解：（4分）

*t*0 时间内回路中电流 *I* = （1） （1分）

回路中总电阻 *R*总 = *R* + *r* （2） （1分）

*t*0 时间内通过 *R* 的电量 *q* = *It*0 （3） （1分）

联立（1）（2）（3）解得： *q* = （4） （1分）

说明：

① 结果中遗漏 *R* 或 *r* 的，扣（2）式的 1 分和结果的 1 分

② （1）式中 *E* 写成 *U* 的不扣分

③ （2）式中 *r* 写成 *Nr* 的扣（2）式的 1 分和结果的 1 分

④ 直接写成 *q* = *N* 仅给答案分 1 分

（3）C（3分）

5．（1）A（3分） （2）12（2分）

## 六、质谱仪（15分）

1．（1）C（3分）

（2）， （各2分）

说明：

①不区分 *v* 和 *V*

②*v*0 写成 *v* 给1分

第二空 *d* 写成 *L* 或 *R* 均不给分

2．解：（8分）

离子在电场中运动过程中，沿 *x* 轴方向不受力，做匀速直线运动；沿 *y* 轴受恒力，做初速度为 0 的匀加速直线运动。

设离子在电场中运动的时间为 *t*1，则

*d* = *v*0*t*1 （1） （1分）

设离子在电场中运动时沿 *y* 轴正方向加速度大小为 *a*，离开电场时沿 *y* 轴正方向的速度大小为 *vy*，沿 *y* 轴方向移动距离为 *y*1，则

*ma* = *Eq* （2） （1分）

*y*1 = *at*12 （3） （1分）

*vy* = *at*1 （4） （1分）

离子离开电场后不受外力作用，做匀速直线运动。

设离子离开电场后到落到 *yOz* 平面的时间为 *t*2，沿 *y* 轴运动的距离为 *y*2，则

*L* = *v*0*t*2 （5） （1分）

*y*2 = *vyt*2 （6） （1分）

设最后离子落在 *yOz* 平面时 *y* 轴坐标

*y* = *y*1 + *y*2 （7） （1分）

联立（1）~（7）解得离子落在 *yOz* 平面上距原点 *O* 的距离

*s* = *y* = (+ *L*) （8） （1分）

说明：

① 直接写出 *y*1 = 相当于写出（1）、（2），得 3 分

② 写成 *L* = *v*0*t* 的要分辨，若是算的第一阶段的，则扣（1）式 1 分且扣（4）式 1 分

③ 直接用“相当于中点射出”的二级结论的扣（4）、（5）、（6）对应的 3 分

④ 直接用 2tan*α* = tan*θ* 不得分

⑤ 直接写 tanθ = 不得分

【解析】

1．（1）根据左手定则可知，离子在刚进入磁场时所受洛伦兹力的方向沿 *z* 轴正方向。

故选 C。

（2）根据 *qv*0*B* =

可知 *R* =

*x*

*z*

*v*0

*vx*

*θ*

*d*

*R*

*θ*

*v*⊥

速度偏转角正弦为 sin*θ* =

离子穿出磁场时垂直于 *x* 轴方向的速度分量大小

*v*⊥ = *v*0sin*θ* =