

声明：本篇资料由气象家园@Ramibadawi 整理，供选修《动力气象学》及相关课程的同学复习参考。未经允许禁止转载，更不得用于商业用途。

01 描述大气运动的基本力

1. 位势高度（2018-2019 学年，名词解释）
 2. 如果空气不运动就不会产生惯性离心力。（2015-2016 学年，判断）
 3. 球坐标系中的三个基本方向随空间点是变化的。（2015-2016 学年，判断）
 4. 科氏力是一种视示力，当空气微团沿赤道向东运动时，其方向指向_____；在赤道向北运动时，科氏力为_____。（2015-2016 学年，填空）
-

02 描述大气运动的基本方程

1. 速度散度代表物质体积元的体积在运动中的相对膨胀率。（2015-2016 学年，判断）
-

03 P 坐标系

1. 小尺度运动可以用 P 坐标系运动方程组描述他们的运动规律。（2015-2016 学年，判断）
 2. 建立 P 坐标系的物理基础为_____，P 坐标系下的连续方程的形式为_____。（2015-2016 学年，填空）
 3. P 坐标系的物理基础是_____。当有上升运动时，P 坐标系中的垂直速度 ω _____0。（2004-2005 学年，填空）
-

04 尺度分析

1. β 平面近似（2019-2020, 2018-2019, 2014-2015, 2005-2017 学年，名词解释）
2. 静力稳定度（2019-2020 学年，名词解释）
3. Rossby数（2018-2019, 2014-2015 学年，名词解释）
4. 中纬度大气运动的基本特征是准_____、准_____、准_____、准_____。（2018-2019, 2004-2005 学年，填空）
5. 观测到某地水平面在 $y - \delta y, y, y + \delta y$ ($\delta y = 100km$) 处的基本气流分别为 16m/s、12m/s、11m/s，试问在此情形下是否会发生惯性不稳定和正压不稳定？为什么？（2018-2019 学年，论述）

6. 惯性不稳定 (2017-2018 学年, 名词解释)
7. 当 $\frac{\partial \theta}{\partial z} > 0$ 或 $\frac{\partial T}{\partial z} > 0$ 时, 大气层结都是稳定的; $\frac{\partial \theta}{\partial z} < 0$ 的大气是层结不稳定的, 而 $\frac{\partial T}{\partial z} < 0$ 的大气层结有可能是稳定的, 试说明原因。(2017-2018, 2014-2015 学年, 简述)
8. 已知气块干绝热温度垂直递减率 γ_d , 环境温度的垂直递减率为 γ , 如果 Δz 为气块离开平衡位置的垂直距离, 请求出气块受到的净浮力, 并由此讨论层结不稳定的条件。(2012-2013 学年, 计算)
9. 当 Rossby 数远大于 1 时, 该运动为_____运动。(2017-2018 学年, 填空)
10. 尺度分析法 (2015-2016 学年, 名词解释)
11. f_0 平面近似 (2015-2016 学年, 名词解释)
12. 静力平衡 (2015-2016 学年, 2004-2005 学年, 名词解释)
13. 中纬度大尺度运动具有准定常、____、准地转、____和准水平无辐散的基本性质。(2015-2016 学年, 填空)
14. 简述基别尔数 (ε), 罗斯贝数 (R_0) 的表达式及其物理意义。(2015-2016 学年, 综合题)
15. 净浮力 (2006-2007 学年, 名词解释)
16. 稳定层结和不稳定层结 (2005-2006 学年, 2002 年, 名词解释)
17. 何为 Rossby 数? 大尺度大气运动的 Rossby 数为多大? 大尺度大气运动的主要特征是什么? (2005-2006 学年, 2001 年, 2002 年, 2008 年, 问答)
18. Rossby 数的数学表达式为 $R_0 =$ ____, 它表示____力与____力的比值, 当____时, 大气是准地转运动。(2005-2006, 2004-2005 学年, 1999 年, 填空)
19. 中纬度大气运动的基本特征是准____、准____、准____、准____、准____。(2005-2006 学年, 填空)
20. 稳定层结 (2001 年, 名词解释)

05 自由大气中的风场

1. 地转运动 (2019-2020, 2018-2019, 2017-2018, 2004-2005 学年, 2001, 2000 年, 名词解释)
2. 什么是热成风? 如何说明热成风产生的物理机制? (2019-2020 学年, 简答)
3. 梯度风 (2018-2019 学年, 名词解释)
4. 正压大气 (2018-2019 学年, 名词解释)
5. 当等压面上温度分布____时有热成风存在。(2018-2019 学年, 填空)

6. 热成风（2017-2018 学年，2015-2016 学年，名词解释）
7. 何为热成风？热成风存在的充分必要条件是什么？由此说明大气大尺度动力系统与热力系统在天气图上的主要表现特征。（2017-2018 学年，简述）
8. 地转风（2015-2016 学年，1999 年名词解释）
9. 斜压大气（2015-2016 学年，2001 年，名词解释）
10. 北半球气旋式运动，梯度风速大于地转风速。（2015-2016 学年，判断）
11. 旋衡运动可以是气旋式的，也可以是反气旋式的。（2015-2016 学年，判断）
12. 随高度的增加，只要温度场不变，热成风的大小和方向就不变。（2015-2016 学年，判断）
13. 正压大气中地转风是随高度变化。（2015-2016 学年，判断）
14. 梯度风平衡是指_____、_____和水平气压梯度力三力达成的平衡。（2015-2016 学年，填空）
15. 北半球地转风随高度逆时针旋转，与此伴随的平流为_____。（2015-2016 学年，判断）
16. 什么是地转运动？什么是准地转运动？两者有何区别？什么条件下大气具有准地转运动的特征？（2012-2013 学年，问答）
17. 何为热成风？请详细说明热成风是由于大气的斜压性所引起的，并由此说明大气大尺度动力系统与热力系统在天气图上的主要表现特征，并举出实例。（2005-2006 学年，2002 年，名词解释）
18. 正压大气与斜压大气（2005-2006 学年，2002 年，名词解释）
19. 正压大气的等压面上温度分布_____，此时，大尺度天气系统上下_____；斜压大气的等压面上温度分布_____，此时，大尺度天气系统上下_____；（2004-2005 学年，填空）

06 大气涡旋动力学

1. _____条件下位势涡度守恒。（2018-2019，2017-2018 学年，填空）
2. 位涡（2017-2018 学年，名词解释）
3. 环流（2015-2016 学年，名词解释）
4. 环流和涡度都是描述流体涡旋运动的物理量，前者是对流体涡旋运动的宏观度量，后者是对流体涡旋的微观度量。（2015-2016 学年，判断）
5. 相对涡度在自然坐标系下的表达式是_____。（2015-2016 学年，填空）
6. 所谓力管是指间隔一个单位的等压面和_____相交割成的管子，力管存在的充要条件是_____。（2015-2016 学年，填空）
7. 引起铅直相对涡度变化的原因有_____、力管项、_____和耗散项。（2015-2016 学年，填空）
8. 在 35°N 处有一气块向北移动，假定绝对涡度守恒，如果初始时刻相对涡度为

$5 \times 10^{-5} s^{-1}$, 求其达到 $45^\circ N$ 时的相对涡度是多少? (提示: $\Omega = 7.29 \times 10^{-5} s^{-1}$)

(2015-2016 学年, 计算)

9. 请说明一个气旋系统做辐合运动, 其强度会增强。(2012-2013, 2006-2007 学年, 问答)

10. 在绝热无摩擦大气中, _____ (选填: 涡度、位涡、环流) 是守恒的。
(2005-2006 学年, 1999 年, 填空)

07 行星边界层与湍流

1. 下图是地面气压场和风场的配置示意图, 在实际过程中哪种是最可能的? 为什么? 画出其相应高层的两种可能的风压配置, 并阐述产生运动配置的机制是什么。(2000 年, 问答)

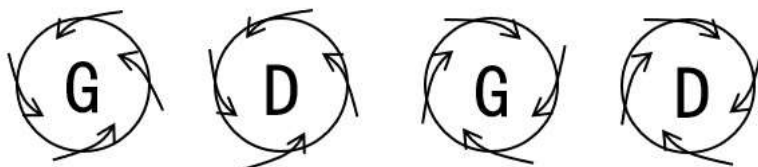


图 (1)

图 (2)

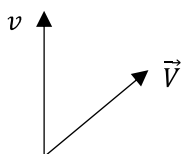
图 (3)

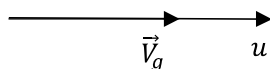
图 (4)

2. $T_{zx} = -\overline{\rho u'w'}$ (1999 年, 名词解释)

08 行星边界层与风

- Ekman 抽吸 (2019-2020, 2017-2018, 2014-2015, 2006-2007, 2005-2006 学年, 2001 年, 名词解释)
- 请说明不同层结下近地面层风垂直切变大小并说明理由。(2019-2020 学年, 简答)
- 在近地面层中, 风向随高度增加_____; 在埃克曼层中, 风向随高度增加_____。(2018-2019 学年, 填空)
- 请说明自由大气旋转减弱的物理机制。(2018-2019 学年, 2001, 2000 年简答/论述)
- 地转风 \vec{V}_g 和上部摩擦层某一高度上的实际风 \vec{V} 如图所示, 请根据上部摩擦层中三力平衡画出湍流粘性力; 请从能量平衡的角度证明上部摩擦层中实际风穿越等压线由高压指向低压。(2018-2019 年, 论述)





6. 旋转减弱（2017-2018 学年，名词解释）
7. 考虑地表影响后，大气是如何分层的？各层的动力学特征是什么？（2017-2018 学年，简述）
8. 在中性层结下的近地面层风垂直切变_____（大、小、等）于不稳定层结下的风垂直切变，因为不稳定层结下湍流混合作用_____（大、小、等）于中性层结下。（2017-2018，2012-2013 学年，填空）
9. 简述自由大气和 PBL 中二级环流的机制？（2014-2015 学年，简述）
10. 当 x 轴取为地转风方向时，已知上部摩擦层中风随高度的分布为

$$u(z) = u_g \left[1 - e^{-\frac{z}{h_E}} \cos \frac{z}{h_E} \right], v(z) = u_g e^{-\frac{z}{h_E}} \sin \frac{z}{h_E}$$
 其中 $h_E = \sqrt{\frac{2K}{f}}$ 。已知梯度风高度为 1500m，请根据所给的风随高度分布的关系，求出 45°N 处湍流粘性系数 K 的大小。（2012-2013 学年，计算）
11. 常值通量层（2006-2007，2005-2006，2004-2005 学年，名词解释）
12. 请绘制出上部摩擦层中的受力关系图，并且标出地转风、实际风和地转偏差的示意图。（2006-2007 学年，简答）
13. Ekman 抽吸与二级环流（2005-2006 学年，2002 年，名词解释）
14. 上部摩擦层中，____、____、____三力平衡。（2005-2006 学年，填空）
15. Ekman 螺线（2004-2005 学年，2001、2000 年，名词解释）

09 大气能量学

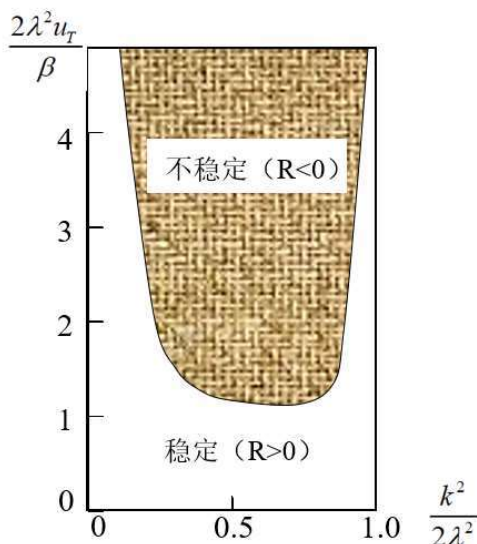
1. 有效位能（2019-2020，2018-2019，2017-2018，2014-2015，2006-2007，2005-2006，2004-2005 学年，名词解释）
2. 地球自转对能量转换的作用是什么？（2019-2020 学年，简答）
3. 全位能（2018-2019 学年，名词解释）
4. 为什么说气压梯度力是驱动大气运动的原动力？（2018-2019 学年，论述）
5. 已知扰动动能与纬向平均动能的转换式如下： $\langle K', \bar{K} \rangle = \int_M \overline{u'v'} \frac{\partial \bar{u}}{\partial y} dM$ ，式中符号同惯常意义，根据上式说明中纬度天气系统在维持大气环流中的作用。（2018-2019 学年，论述）
6. 位能与势能（2017-2018 学年，名词解释）

7. 已知涡动动能与纬向平均运动动能的转换机制为: $\langle K', \bar{K} \rangle = \int_M \overline{u'v'} \frac{\partial \bar{u}}{\partial y} dM$,
试从物理意义上说明其在实际大气中的转换过程。(2017-2018 学年, 简述)
8. 画出北半球年平均实际能量的转换过程框图, 并具体说明扰动有效位能与扰动动能之间是通过何种过程转换的。(2017-2018 学年, 简述)
9. 已知扰动动能与纬向平均动能的转换式为: $\langle K', \bar{K} \rangle = \int_M \overline{u'v'} \frac{\partial \bar{u}}{\partial y} dM$, 式中符号为常用, 请根据上式说明中纬度天气系统在维持大气环流 (Ferrel 环流) 中的作用。(2014-2015 学年, 简答)
10. 根据北半球中高纬度环流和天气系统的结构, 利用下式说明扰动动能向平均运动动能的转换, 式中符号同惯常意义。(2012-2013 学年, 问答)
- $$\langle K', \bar{K} \rangle = \int_M \overline{u'v'} \frac{\partial \bar{u}}{\partial y} dM$$
11. 无限高气柱的位能与内能具有正比的关系。并从物理上给予解释。
(2012-2013 学年, 证明)
12. 全位能和有效位能 (2005-2006 学年, 2002 年, 名词解释)
13. 闭合系统中动能与内能发生转换的必要条件是什么? 何时动能向全位能转换? 何时全位能向动能转换? (2005-2006 学年, 2002 年, 问答)
14. 大气动能向全位能转换的必要条件是_____。
(2005-2006, 2004-2005 学年, 1999 年, 填空)
15. $\{A', K'\}$ (2004-2005 学年, 名词解释)
16. 通过_____, 扰动动能可以转化为平均动能; 通过_____, 平均有效位能可以转化为扰动有效位能。(2004-2005 学年, 1999 年, 填空)
17. 根据实际大气北半球中高纬度气压场和温度场的配置, 利用下式 (符号同惯常意义) 说明扰动有效位能将向扰动动能转换。(2001 年, 2000 年, 问答)
- $$\langle A', K' \rangle = - \int_M \overline{\alpha' \omega'} dM$$
18. 请叙述大型涡旋在实际大气能量循环中的重要作用。
(2001 年, 2000 年, 问答)

10 正压不稳定和斜压不稳定

1. 为什么说斜压不稳定是中纬度天气系统演变发展的主要机制?
(2019-2020 学年, 简答)
2. 根据准地转斜压两层模式的分析结果, 影响斜压不稳定的主要因子有_____和_____。(2018-2019 学年, 填空)
3. 斜压不稳定是发生在具有_____切变基流中的长波不稳定, 扰动能量来自于_____。(2018-2019 学年, 填空)
4. 斜压稳定性变化如图所示, 黑色实线为斜压不稳定 (网格) 与斜压稳定 (空白)

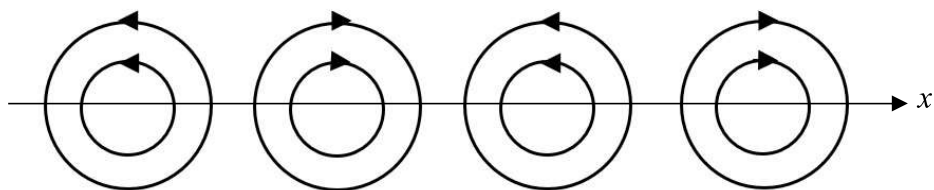
区域的交界线，图中 x 轴： $\frac{k^2}{2\lambda^2}$ ，当 $x < 1$ 时， $L > L_c$ ； y 轴： $\frac{2\lambda^2 u_T}{\beta}$ 。 u_T 为热成风， k 为波数， L 为波长， L_c 为临界波长， λ 是与层结等有关的系数，由此图分析大气长波斜压稳定性与风切变及波长的关系。(2018-2019 学年，论述)



6. 什么是正压不稳定？正压不稳定的必要条件是什么？在北半球哪些地方可以存在正压不稳定？(2017-2018 学年，简述)
7. 斜压不稳定 (2014-2015 学年，名词解释)
8. 大气长波的正压不稳定是_____能向_____能转换；斜压不稳定是_____能向_____能转换。(1999 年，填空)
9. 正压不稳定的必要条件是基本气流的_____在某一纬度_____。(1999 年，填空)

11 波动

1. 请说明 Rossby 波产生的物理机制。(2019-2020, 2018-2019 学年, 2001 年, 简答)
2. 浮力振荡(2018-2019, 2004-2005 学年, 2000 年, 名词解释)
3. β 效应 (2018-2019, 2004-2005 学年, 名词解释)
4. 何谓 β 效应？说明下图所示的涡旋系统将会向西移动。
(2017-2018, 2014-2015, 2005-2006 学年*2, 2001 年, 2000 年, 简答)



5. 频散波(2017-2018 学年, 2001 年*2, 2000 年, 1999 年, 名词解释)
 6. 上游效应 (2006-2007, 2005-0006 学年, 2001 年, 2000 年名词解释)
 7. 已知某波动位于 40°N , 其纬向波长为 5000km , 试求其纬向波数。
(2006-2007 学年, 问答)
 8. 请说出 $\frac{d}{dt}(\zeta + f) = 0$ 的物理意义(符号同惯常意义), 并根据此式画图说明静止流中的 Rossby 波是向西传播的。(2006-2007 学年, 问答)
 9. 频散波与非频散波(2005-200 学年, 名词解释)
 10. 已知方程 $\frac{d}{dt}(\zeta + f) = 0$ (符号同惯常意义), 由此说明 Rossby 波形成的机制。
(2005-2006 学年, 2002 年, 问答)
 11. 已知波数 k 和纬圈长度 L , 则纬向波数目可为_____。
(2005-2006, 2004-2005 学年, 1999 年, 填空)
 12. 波速 c 、波数 k 、频率 σ 三者之间的关系为_____。
(2005-2006, 2004-2005 学年, 1999 年, 填空)
 13. 在 o -xyz 坐标系中, x 方向的相速_____(选填: 大于或等于、等于、小于或等于)相速的 x 方向分量。(2005-2006, 2004-2005 学年, 1999 年, 填空)
 14. 大气中有声波、_____, _____、及_____这几种基本的波动。频散关系 $\omega = \sqrt{gHK}$ 相应的可能是_____波。(2005-2006, 2004-2005 学年, 1999 年, 填空)
 15. 当群速度与相速度_____时, 称波动为频散波, 此时相速与波数_____关。
(2004-2005 学年, 1999 年, 填空)
 16. 纬向波数目 (2001 年*2, 2000 年*2, 名词解释)
-

12 地转偏差

1. 对大尺度运动, 实际风的水平散度不等于地转偏差的散度。
(2015-2016 学年, 判断)
 2. 不考虑摩擦力时, 地转偏差与水平加速度方向相垂直, 在北半球指向水平加速度的_____, 其大小与水平加速度成_____, 与纬度的正弦值成_____。
(2015-2016 学年, 填空)
 3. 简述地转近似的物理背景, 试说明当地球自转速度加快后, 地转偏差将加大还是减小? (2014-2015 学年, 简述)
 4. 地转运动与地转偏差 (2002 年, 名词解释)
-

13 大尺度运动过程的阶段性

1. 准地转演变过程（2019-2020 学年，名词解释）
2. 请说明地转适应过程的物理机制及其影响因素。（2019-2020 学年，简答）
3. 初始的局地地转偏差水平尺度远大于 Rossby 变形半径时，地转适应最终结果是_____场适应_____场。（2018-2019 学年，填空）
4. 什么是地转适应过程？什么是准地转演变过程？简述这两种过程的基本特征。（2018-2019 学年，论述）
5. 地转适应的物理机制是什么？适应的快慢与哪些因素有关？（2018-2019 学年，论述）
6. 地转演变（2017-2018 学年，名词解释）
7. 根据 ω 方程：
$$-\omega \propto \frac{f_0}{\sigma_s} \frac{\partial}{\partial z} \left[-\vec{v}_g \cdot \nabla (\zeta_g + f) \right] + \frac{1}{\sigma_s} \left[\vec{v}_g \cdot \nabla \left(\frac{\partial \phi}{\partial p} \right) \right]$$
，参考下图说明垂直运动在“涡度变化保持地转平衡，温度变化保持静力平衡”中的作用。（2017-2018 学年，简述）
8. 第二类地转运动中散度量级_____（大、小、等）于涡度量级尺度。（2017-2018 学年，填空）
9. 简述地转适应过程和准地转演变过程的区别。（2017-2018 学年，简述）
10. 地转适应（2014-2015 学年，名词解释）
11. 为什么说地转适应过程是旋转流体中特有的过程？（2014-2015 学年，简述）
12. 地转适应过程（1999 年，名词解释）
13. 适应过程的物理机制是：地转偏差激发_____，通过_____使地转偏差消失。（1999 年，填空）
14. 在中高纬大尺度运动中，地转适应过程的特征时间尺度为_____，而地转演变过程的特征时间尺度为_____，这两者之比恰好为_____数。（1999 年，填空）
15. 在地转适应过程中，_____尺度的扰动是气压场向风场适应，判别扰动尺度大小的判据是_____。（1999 年，填空）