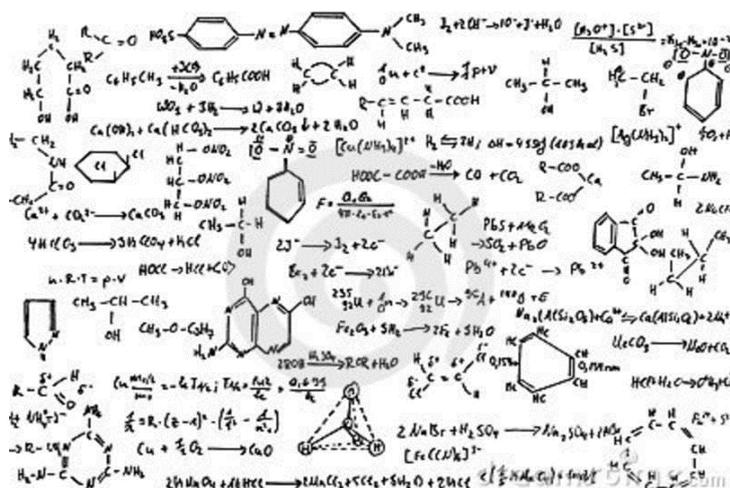




Società Chimica Italiana  
In convenzione con il MIUR

# Giochi della Chimica 2016

## Finale Nazionale *Classe di Concorso C*



### Comitato Nazionale

Agostino Casapullo, Giorgio Cevasco, Raffaele Riccio, Silvana Saiello

### Gruppo elaborazione quesiti

Luciano Barluzzi, Agostino Casapullo, Gerardino D'Errico, Mauro Iuliano

Il Comitato Nazionale ringrazia la Società Gibertini Elettronica s.r.l. per il sostegno offerto alla manifestazione e la casa editrice Edises s.r.l. per aver provveduto a propria cura e spese all'edizione, stampa e invio dei fascicoli dei quesiti a tutte le sedi di svolgimento dei Giochi.

Si ringrazia inoltre per l'assistenza all'organizzazione lo *staff amministrativo* della SCI.

ABBREVIATIONS AND SYMBOLS			
amount of substance	<i>n</i>	equilibrium constant	<i>K</i>
ampere	<i>A</i>	Faraday constant	<i>F</i>
atmosphere	atm	formula molar mass	<i>M</i>
atomic mass unit	<i>u</i>	free energy	<i>G</i>
atomic molar mass	<i>A</i>	frequency	<i>v</i>
Avogadro constant	<i>N<sub>A</sub></i>	gas constant	<i>R</i>
Celsius temperature	°C	gram	<i>g</i>
centi- prefix	<i>c</i>	hour	<i>h</i>
coulomb	<i>C</i>	joule	<i>J</i>
electromotive force	<i>E</i>	kelvin	<i>K</i>
energy of activation	<i>E<sub>a</sub></i>	kilo- prefix	<i>k</i>
enthalpy	<i>H</i>	liter	<i>L</i>
entropy	<i>S</i>	measure of pressure mmHg	<i>V</i>
		milli- prefix	<i>m</i>
		molal	<i>m</i>
		molar	<i>M</i>
		mole	mol
		Planck's constant	<i>h</i>
		pressure	<i>P</i>
		rate constant	<i>k</i>
		second	<i>s</i>
		speed of light	<i>c</i>
		temperature, K	<i>T</i>
		time	<i>t</i>
		volt	<i>V</i>
		volume	<i>V</i>

CONSTANTS
$R = 8.314 \text{ J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$
$R = 0.0821 \text{ L}\cdot\text{atm}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$
$1 \text{ F} = 96,500 \text{ C}\cdot\text{mol}^{-1}$
$1 \text{ F} = 96,500 \text{ J}\cdot\text{V}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$
$N_A = 6.022 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$
$h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$
$c = 2.998 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

## PERIODIC TABLE OF THE ELEMENTS

hydrogen 1 <b>H</b> 1.0079																	helium 2 <b>He</b> 4.0026						
lithium 3 <b>Li</b> 6.941	beryllium 4 <b>Be</b> 9.0122																	boron 5 <b>B</b> 10.811	carbon 6 <b>C</b> 12.011	nitrogen 7 <b>N</b> 14.007	oxygen 8 <b>O</b> 15.999	fluorine 9 <b>F</b> 18.998	neon 10 <b>Ne</b> 20.180
sodium 11 <b>Na</b> 22.990	magnesium 12 <b>Mg</b> 24.305																	aluminum 13 <b>Al</b> 26.982	silicon 14 <b>Si</b> 28.086	phosphorus 15 <b>P</b> 30.974	sulfur 16 <b>S</b> 32.065	chlorine 17 <b>Cl</b> 35.453	argon 18 <b>Ar</b> 39.948
potassium 19 <b>K</b> 39.098	calcium 20 <b>Ca</b> 40.078	scandium 21 <b>Sc</b> 44.956	titanium 22 <b>Ti</b> 47.867	vanadium 23 <b>V</b> 50.942	chromium 24 <b>Cr</b> 51.996	manganese 25 <b>Mn</b> 54.938	iron 26 <b>Fe</b> 55.845	cobalt 27 <b>Co</b> 58.933	nickel 28 <b>Ni</b> 58.693	copper 29 <b>Cu</b> 63.546	zinc 30 <b>Zn</b> 65.39	gallium 31 <b>Ga</b> 69.723	germanium 32 <b>Ge</b> 72.61	arsenic 33 <b>As</b> 74.922	selenium 34 <b>Se</b> 78.96	bromine 35 <b>Br</b> 79.904	krypton 36 <b>Kr</b> 83.80						
rubidium 37 <b>Rb</b> 85.468	strontium 38 <b>Sr</b> 87.62	yttrium 39 <b>Y</b> 88.906	zirconium 40 <b>Zr</b> 91.224	niobium 41 <b>Nb</b> 92.906	molybdenum 42 <b>Mo</b> 95.94	technetium 43 <b>Tc</b> [98]	ruthenium 44 <b>Ru</b> 101.07	rhodium 45 <b>Rh</b> 102.91	palladium 46 <b>Pd</b> 106.42	silver 47 <b>Ag</b> 107.87	cadmium 48 <b>Cd</b> 112.41	indium 49 <b>In</b> 114.82	tin 50 <b>Sn</b> 118.71	antimony 51 <b>Sb</b> 121.76	tellurium 52 <b>Te</b> 127.60	iodine 53 <b>I</b> 126.90	xenon 54 <b>Xe</b> 131.29						
caesium 55 <b>Cs</b> 132.91	barium 56 <b>Ba</b> 137.33	* 57-70	lutetium 71 <b>Lu</b> 174.97	hafnium 72 <b>Hf</b> 178.49	tantalum 73 <b>Ta</b> 180.95	tungsten 74 <b>W</b> 183.84	rhenium 75 <b>Re</b> 186.21	osmium 76 <b>Os</b> 190.23	iridium 77 <b>Ir</b> 192.22	platinum 78 <b>Pt</b> 195.08	gold 79 <b>Au</b> 196.97	mercury 80 <b>Hg</b> 200.59	thallium 81 <b>Tl</b> 204.38	lead 82 <b>Pb</b> 207.2	bismuth 83 <b>Bi</b> 208.98	polonium 84 <b>Po</b> [209]	astatine 85 <b>At</b> [210]	radon 86 <b>Rn</b> [222]					
francium 87 <b>Fr</b> [223]	radium 88 <b>Ra</b> [226]	* *	actinium 89 <b>Ac</b> [227]	thorium 90 <b>Th</b> 232.04	protactinium 91 <b>Pa</b> 231.04	uranium 92 <b>U</b> 238.03	neptunium 93 <b>Np</b> [237]	plutonium 94 <b>Pu</b> [244]	americium 95 <b>Am</b> [243]	curium 96 <b>Cm</b> [247]	berkelium 97 <b>Bk</b> [247]	californium 98 <b>Cf</b> [251]	einsteinium 99 <b>Es</b> [252]	fermium 100 <b>Fm</b> [257]	mendelevium 101 <b>Md</b> [258]	nobelium 102 <b>No</b> [259]							

\* Lanthanide series

lanthanum 57 <b>La</b> 138.91	cerium 58 <b>Ce</b> 140.12	praseodymium 59 <b>Pr</b> 140.91	neodymium 60 <b>Nd</b> 144.24	promethium 61 <b>Pm</b> [145]	samarium 62 <b>Sm</b> 150.36	europium 63 <b>Eu</b> 151.96	gadolinium 64 <b>Gd</b> 157.25	terbium 65 <b>Tb</b> 158.93	dysprosium 66 <b>Dy</b> 162.50	holmium 67 <b>Ho</b> 164.93	erbium 68 <b>Er</b> 167.26	thulium 69 <b>Tm</b> 168.93	ytterbium 70 <b>Yb</b> 173.04
actinium 89 <b>Ac</b> [227]	thorium 90 <b>Th</b> 232.04	protactinium 91 <b>Pa</b> 231.04	uranium 92 <b>U</b> 238.03	neptunium 93 <b>Np</b> [237]	plutonium 94 <b>Pu</b> [244]	americium 95 <b>Am</b> [243]	curium 96 <b>Cm</b> [247]	berkelium 97 <b>Bk</b> [247]	californium 98 <b>Cf</b> [251]	einsteinium 99 <b>Es</b> [252]	fermium 100 <b>Fm</b> [257]	mendelevium 101 <b>Md</b> [258]	nobelium 102 <b>No</b> [259]

\*\* Actinide series

## MODALITA' DI SVOLGIMENTO DELLA PROVA

Il test è costituito da 60 quesiti, per alcuni dei quali è necessario l'uso delle tabelle allegate. Inserire nella **Scheda risposte** nome, cognome e codice fiscale, firma e **annerire** il quadrato corrispondente alla propria classe di concorso. La mancata marcatura del quadrato renderà impossibile la correzione, comportando l'attribuzione di un punteggio nullo.

Ogni domanda ha una sola risposta esatta, che va riportata nella Scheda Risposte, che avete ricevuto separatamente, utilizzando una biro di colore nero o blu. Le istruzioni per la compilazione sono sul retro della scheda.

Il punteggio attribuito alle risposte è: + 3 per ogni risposta esatta; 0 per ogni risposta omessa o annullata; - 1 per ogni risposta sbagliata

Il tempo a disposizione è 2 ore, con un tempo medio di 2 minuti per quesito.

1) Il gas  $AX_n$ , riscaldato a 605 K, si dissocia parzialmente secondo la reazione:



Determinare l'indice "n" nella formula  $AX_n$ , sapendo che 5,80 moli di gas si dissociano per il 35% e che all'equilibrio si ottengono nella miscela 11,89 moli complessive.

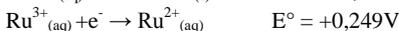
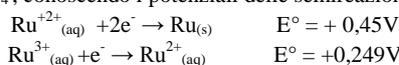
- A) 2
- B) 3
- C) 4
- D) 5

2) Un composto gassoso ha formula  $N_xH_y$ . 3,0 L del composto si decompongono totalmente producendo 1,0 L di  $N_2$  e 4,0 L di  $NH_3$  (a 341 K e  $2,55 \times 10^5$  Pa). Determinare la formula del composto.

- A)  $N_2H_3$
- B)  $N_2H_4$
- C)  $N_3H_6$
- D)  $N_2H_5$

3) ANNULLATA

4) Stabilire quali sono le specie stabili in una soluzione 0,1M in  $RuCl_2$  e 0,1 M in  $HClO_4$ , conoscendo i potenziali delle semireazioni che seguono:



- A)  $Ru^{3+}_{(aq)}$  e  $Ru_{(s)}$
- B)  $Ru^{2+}_{(aq)}$  e  $H^+_{(aq)}$
- C)  $H_{2(aq)}$  e  $Ru^{3+}_{(aq)}$
- D)  $Ru^{2+}_{(aq)}$  e  $Ru_{(s)}$

5) ANNULLATA

6) Introducendo 173 g di un composto non volatile in 2,00 kg di acqua si ottiene una soluzione ideale che ha una tensione di vapore pari a 3,09 kPa a 25 °C. Qual è la massa molare del composto? La tensione di vapore dell'acqua a 25 °C è 3,17 kPa.

- A) 40 g mol<sup>-1</sup>
- B) 50 g mol<sup>-1</sup>
- C) 60 g mol<sup>-1</sup>
- D) 45 g mol<sup>-1</sup>

7) Riducendo il volume di un sistema gassoso ideale, mantenendo la pressione fissa a 101,3 kPa, il sistema cede 20 kJ all'ambiente. Di quanto dovrà diminuire il volume se si vuole che la temperatura del sistema non cambi?

- A) 1970 cm<sup>3</sup>
- B) 197 dm<sup>3</sup>
- C) 197 m<sup>3</sup>
- D) 19,7 dm<sup>3</sup>

8) Aggiungendo 3,5 moli di una sostanza non volatile A in 1,0 kg di acqua la temperatura di ebollizione dell'acqua diventa 101,5 °C. In soluzione acquosa, A è in equilibrio con il suo dimero  $A_2$ . La costante ebullioscopica dell'acqua è 0,512 °C kg mol<sup>-1</sup>. Il numero di moli di dimero presenti all'equilibrio nella soluzione è:

- A) circa 0,12 mol
- B) circa 1,2 mol
- C) circa 0,6 mol
- D) circa 0,012 mol

9) Per una reazione il  $\Delta_r G^\circ$  è praticamente nullo. Si può quindi affermare che:

- A) la reazione non avverrà
- B) una tale condizione non può verificarsi nella realtà
- C) la costante di equilibrio della reazione sarà pari a 1
- D) la costante di equilibrio della reazione sarà pari a zero

10) La costante cinetica per una data reazione del primo ordine è  $5 \cdot 10^{-3} s^{-1}$  a 10 °C, mentre il suo valore è  $7,2 \cdot 10^{-3} s^{-1}$  a 20 °C. L'energia di attivazione della reazione vale:

- A) 25 kJ mol<sup>-1</sup>

B) 250 kJ mol<sup>-1</sup>

C) 2500 J mol<sup>-1</sup>

D) 250 J mol<sup>-1</sup>

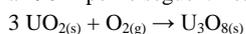
11) Si consideri la reazione in cui l'ozono spontaneamente forma ossigeno molecolare. Indicando con x la velocità con cui si consuma l'ozono, quale sarà la velocità con cui si forma l'ossigeno molecolare?

- A)  $1/2 x$
- B) x
- C) 2 x
- D)  $3/2 x$

12) Un reagente A si decompone seguendo una legge cinetica del primo ordine, la cui costante è pari a 0,02 s<sup>-1</sup>. Il tempo necessario affinché la concentrazione di A si riduca ad un centesimo di quella iniziale è:

- A) I dati non sono sufficienti a determinare il tempo richiesto
- B) 3 minuti e 50 secondi
- C) 2 minuti e 40 secondi
- D) 120 secondi

13) Determinare l'entalpia standard di formazione a 298 K del diossido di uranio  $UO_{2(s)}$ , noto come urania. Sono disponibili le variazioni di entalpia a 298 K per le seguenti reazioni:



A) -1084 kJ mol<sup>-1</sup>

B) -3250 kJ mol<sup>-1</sup>

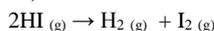
C) +3250 kJ mol<sup>-1</sup>

D) I dati forniti non sono sufficienti per rispondere alla domanda.

14) Si consideri la reazione:  $2SO_{2(g)} + O_{2(g)} \rightleftharpoons 2SO_{3(g)}$  per la quale il  $\Delta_r H^\circ$  è negativo. Come è possibile spostare l'equilibrio verso la formazione dei prodotti?

- A) non si può influire sull'equilibrio termodinamico di una reazione
- B) aggiungendo  $SO_3$
- C) diminuendola temperatura e/o aumentando la pressione
- D) aggiungendo un catalizzatore

15) Si consideri la dissociazione dello ioduro di idrogeno



La reazione ha una cinetica del secondo ordine e, alla temperatura di 560 K, la costante cinetica vale  $3,517 \times 10^{-7} \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$ . In un recipiente di 3,0 dm<sup>3</sup> sono state introdotte 2,0 mol di HI. In quanto tempo si riducono a 0,5 moli?

- A) In circa 5 minuti
- B) In circa 5 ore
- C) In circa 5 giorni
- D) In circa 5 mesi

16) Per un sistema che subisce una transizione di fase reversibile la variazione di entropia è uguale a:

- A) la variazione di entalpia
- B) zero
- C) la variazione di energia di Gibbs
- D) la variazione di entalpia divisa per la temperatura

17) La temperatura è:

- A) Una misura del calore posseduto da un corpo
- B) Una misura del lavoro che un corpo può svolgere producendo calore
- C) Un indice il cui valore numerico accomuna tutti i corpi in equilibrio termico tra loro
- D) Una misura dell'entalpia posseduta da un corpo

18) Un recipiente contiene 21,0 g di una miscela gassosa alla pressione di 500 kPa e alla temperatura di 298 K. La miscela, costituita solo da idrogeno ed azoto, è stata ottenuta dalla decomposizione completa dell'ammoniaca. Il volume del recipiente è:

- A) circa 1,2 m<sup>3</sup>
- B) circa 120 dm<sup>3</sup>
- C) circa 12 m<sup>3</sup>

D) circa 12 dm<sup>3</sup>

19) A tutte le temperature superiori alla temperatura critica

- A) Il volume di un gas è direttamente proporzionale alla pressione
- B) La pressione rimane costante ed uguale alla pressione critica
- C) I gas si comportano come gas ideali
- D) Non è possibile liquefare un gas per sola compressione

20) Un grammo di carbone brucia fornendo circa 30 kJ. Quanti grammi di carbone sono necessari per far evaporare completamente 1 kg di acqua inizialmente a 25 °C? La capacità termica specifica dell'acqua è 4,184 J K<sup>-1</sup> g<sup>-1</sup> mentre il Δ<sub>eb</sub>H° è 2,317 kJ g<sup>-1</sup>.

- A) circa 88 g
- B) circa 120 g
- C) circa 230 g
- D) circa 310 g

21) Il tempo di dimezzamento per la reazione di decadimento del radio è 1590 anni. Quanti anni sono necessari per il contenuto di radio presente in un minerale diventi il 20% del suo valore iniziale?

- A) 3690 anni
- B) 2180 anni
- C) 2420 anni
- D) 3180 anni

22) Il composto R si converte in tre prodotti (P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> e P<sub>3</sub>) attraverso tre reazioni che avvengono in parallelo, come schematizzato di seguito:



Le tre reazioni sono tutte del primo ordine ed hanno costante cinetica k<sub>1</sub>, k<sub>2</sub> e k<sub>3</sub>, rispettivamente. La concentrazione di R varia quindi nel tempo seguendo la relazione:

- A)  $[R] = [R]_0 - kt$  dove  $k = k_1 \times k_2 \times k_3$
- B)  $[R] = [R]_0 \exp(-kt)$  dove  $k = k_1 \times k_2 \times k_3$
- C)  $[R] = [R]_0 \exp(-kt)$  dove  $k = k_1 + k_2 + k_3$
- D)  $[R] = ([R]_0 + kt)^{-1}$  dove  $k = k_1 + k_2 + k_3$

23) Una soluzione ottenuta introducendo solfato di sodio in 180 cm<sup>3</sup> di soluzione ha una pressione osmotica pari a 90 kPa alla temperatura di 298 K. Quanti grammi di sale sono stati utilizzati?

- A) 0,31 g
- B) 0,93 g
- C) 1,21 g
- D) 0,62 g

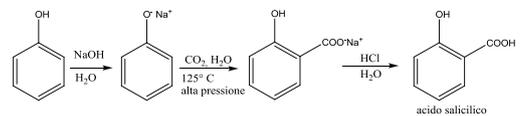
24) Le temperature di ebollizione di alcol metilico e acetone sono 64,7 °C e 56,5 °C, rispettivamente. Le miscele liquide di questi due composti, che hanno deviazioni positive dalla legge di Raoult, formano un azeotropo. La temperatura di ebollizione della miscela azeotropica è:

- A) 71 °C
- B) 58 °C
- C) 56 °C
- D) 62 °C

25) Alla pressione di 100 kPa l'etanolo bolle con una variazione entalpica pari a 854 kJ kg<sup>-1</sup> ed una variazione entropica pari a 2,430 kJ K<sup>-1</sup> kg<sup>-1</sup>. Qual è la temperatura di vaporizzazione del etanolo?

- A) circa 220 K
- B) circa 445 K
- C) circa 351 K
- D) circa 150 K

26) La reazione di carbossilazione di Kolbe, utile per preparare l'acido salicilico, precursore dell'aspirina, è un esempio di Sostituzione Elettrofila Aromatica. La reazione procede con regioselettività orto piuttosto che para. Scegliere tra le seguenti affermazioni la più adeguata per spiegare questo fenomeno:



- A) La CO<sub>2</sub> reagisce con lo ione fenossido per formare un estere intermedio instabile che subito si trasforma nell'acido salicilico
- B) La reazione prevede la formazione iniziale dell'acido p-idrossibenzoico, che successivamente isomerizza ad acido salicilico.
- C) L'attacco della CO<sub>2</sub> alla posizione para, particolarmente ricca di elettroni, è impedita da una forte repulsione elettrostatica.
- D) Lo ione sodio esercita un effetto di chelazione della CO<sub>2</sub> che la pone in prossimità della posizione orto.

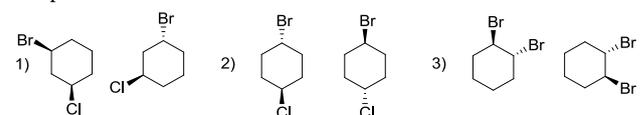
27) Gli eteri corona sono polieteri ciclici, derivati dal glicole etilenico, di struttura generale (-OCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>O-)<sub>n</sub>. Essi risultano ottimi catalizzatori nelle reazioni di sostituzione nucleofila di tipo S<sub>N</sub>2.



Individuare l'affermazione tra le seguenti in grado di spiegarne correttamente il perché:

- A) La loro azione catalitica è dovuta ad un aumento di viscosità della soluzione.
- B) La loro azione catalitica si esplica attivando il substrato della reazione S<sub>N</sub>2
- C) La loro azione di complessazione del nucleofilo lo attiva aumentando la velocità di reazione.
- D) La loro azione di sequestro del catione metallico aumenta la forza del corrispondente nucleofilo anionico.

28) Identificare il rapporto stereochimico nelle seguenti coppie di composti:

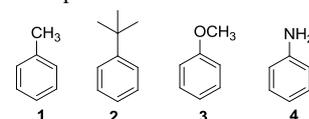


- A) 1: enantiomeri; 2: diastereoisomeri; 3: molecole uguali
- B) 1: diastereoisomeri; 2: molecole uguali; 3: enantiomeri
- C) 1: molecole uguali; 2: enantiomeri; 3: diastereoisomeri
- D) 1: dia stereoisomeri; 2: enantiomeri; 3: enantiomeri

29) Nella classe degli idrocarburi alifatici gli alchini terminali sono caratterizzati da un'acidità relativamente elevata. Ad esempio, rispetto all'etano (pK<sub>a</sub> = 50) e all'etilene (pK<sub>a</sub> = 44) l'acetilene è notevolmente più acido (pK<sub>a</sub> = 25). Scegliere tra le seguenti affermazioni quella più idonea a spiegare questa evidenza:

- A) La base coniugata dell'acetilene è più stabile di quella dell'etano e dell'etilene a causa dell'ibridazione del carbonio.
- B) L'acetilene ha una massa molecolare più bassa di etano ed etilene.
- C) La base coniugata dell'acetilene è meno stabile di quella dell'etano e dell'etilene a causa dell'ibridazione del carbonio.
- D) La base coniugata dell'acetilene è stabilizzata dalla risonanza.

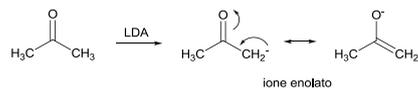
30) La ipso-sostituzione è un caso speciale di sostituzione elettrofila aromatica, nella quale il gruppo uscente non è lo ione H<sup>+</sup>. Tenendo conto del meccanismo di reazione, prevedere quale dei seguenti substrati sarà più propenso a dare la ipso-sostituzione:



- A) 1
- B) 2
- C) 3
- D) 4

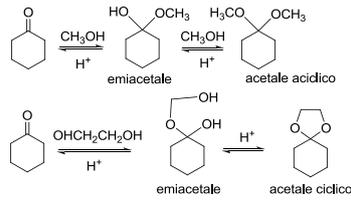
31) La rimozione di un idrogeno al carbonio sp<sup>3</sup> in alfa ad un gruppo carbonilico genera un anione stabilizzato dalla risonanza detto ione enolato. Generalmente, per formare l'enolato con resa del 100% si usano

basi forti e stericamente ingombrate, come la litio diisopropilammide (LDA). Qual è il motivo per dover usare una base stericamente impedita?



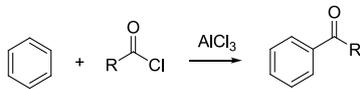
- A) Evitare che venga coordinata dall'ossigeno carbonilico.  
 B) Impedire che possa attaccare il carbonio carbonilico e così agisca solo nei confronti dell'idrogeno.  
 C) Evitare eventuali reazioni di ossidazione dell'azoto basico  
 D) Impedire l'effetto solvatante che ne ridurrebbe la basicità.

32) A differenza degli acetali aciclici, quelli ciclici a 5 e 6 termini, generati per reazione di aldeidi e chetoni con 1,2 e 1,3-dioli, si formano abbastanza facilmente. Quale tra le seguenti affermazioni può spiegare questo andamento?



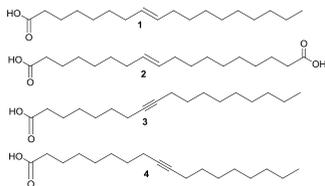
- A) 1,2 e 1,3-dioli formano legami idrogeno intramolecolari che ne aumentano la reattività nucleofila.  
 B) Gli acetali ciclici hanno maggiore tendenza di quelli aciclici a formare oligomeri non covalenti, con conseguente aumento della cinetica di formazione.  
 C) Il secondo stadio per la formazione di un acetal ciclico è intramolecolare, ed è favorito dalla vicinanza dei due gruppi funzionali che devono reagire  
 D) La maggiore volatilità degli acetali ciclici sposta l'equilibrio verso destra.

33) Nella reazione di acilazione di Friedel-Crafts il benzene viene fatto reagire con un alogenuro acilico in presenza di un acido di Lewis, come  $AlCl_3$ . Qual è la sua funzione?



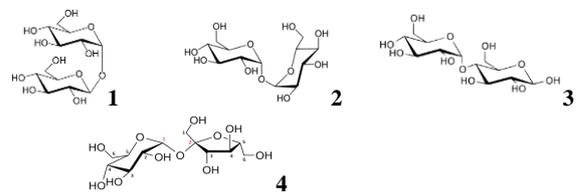
- A) Coordinarsi al benzene per renderlo più reattivo verso l'alogenuro acilico.  
 B) Promuovere la scissione del legame carbonio-cloro dell'alogenuro acilico per generare l'elettrofilo della reazione con il benzene.  
 C) Promuovere la scissione del legame carbonio-cloro dell'alogenuro acilico per generare il nucleofilo della reazione con il benzene.  
 D) Proteggere il chetone aromatico prodotto durante reazione dall'HCl formato.

34) L'acido stearico,  $C_{18}H_{32}O_2$ , per idrogenazione catalitica produce acido stearico mentre per scissione ossidativa produce acido nonanoico e nonandioico. Qual è la struttura dell'acido stearico?



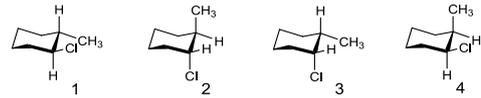
- A) 1  
 B) 2  
 C) 3  
 D) 4

35) Il trealosio è un disaccaride non riducente che per idrolisi acida fornisce 2 equivalenti di D-glucosio. La metilazione seguita da idrolisi produce 2 equivalenti di 2,3,4,6-tetra-O-metilglucosio. Quali delle seguenti strutture sono possibili per il trealosio?



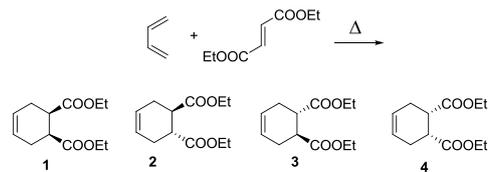
- A) 1 e 3  
 B) 1 e 4.  
 C) 1 e 2.  
 D) 2 e 3.

36) Individuare il conformero più stabile tra i seguenti conformeri del *trans*- e del *cis*-2-metil-clorocicloesano



- A) 1  
 B) 2  
 C) 3  
 D) 4

37) La reazione di cicloadizione di Diels-Alder coinvolge due sistemi insaturi, un diene e un dienofilo, per dare vita a un anello a sei termini tramite la formazione di due nuovi legami  $\sigma$  a spese di due legami  $\pi$ . E' un esempio di addizione *sin*, con la stereochimica del dienofilo mantenuta nel prodotto di reazione. Prevedere quale sarà il(i) prodotto(i) della seguente reazione :

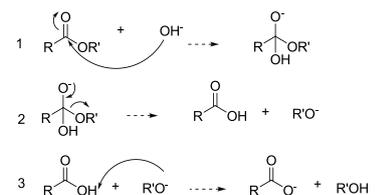


- A) Una miscela dei composti 1 e 4.  
 B) Una miscela dei composti 2 e 3.  
 C) Solo il composto 3.  
 D) Una miscela dei composti 2 e 3 come prodotti maggioritari e 1 e 4 come minoritari.

38) Quale tra i seguenti metodi può essere utilizzato per risolvere una miscela racemica?

- A) Una separazione cromatografica utilizzando una fase stazionaria chirale  
 B) Una cristallizzazione frazionata.  
 C) Una distillazione in corrente di vapore.  
 D) Un esperimento polarimetrico.

39) La saponificazione degli esteri è una reazione di idrolisi promossa dalle basi che va a completezza. Il meccanismo della reazione è descritto in tre stadi. Quale/i di questi stadi trascina la reazione a destra rendendola irreversibile?



- A) I primi due stadi  
 B) Lo stadio 3  
 C) Gli stadi 2 e 3  
 D) Lo stadio 2

40) Il comportamento degli amminoacidi in soluzione sottoposti a un campo elettrico dipendono dal loro punto isoelettrico (pI) e dal pH della

soluzione. Cosa succederà ad una soluzione contenente lisina, glicina e acido aspartico a pH = 5,97 in un campo elettrico? (pI: glicina = 5,97; lisina = 9,74; ac. aspartico = 2,77)

- A) La lisina si muove verso l'anodo, l'acido aspartico verso il catodo e la glicina resta ferma.  
 B) La glicina si muove verso l'anodo e lisina e acido aspartico restano fermi.  
 C) La lisina si muove verso il catodo, l'acido aspartico verso l'anodo e la glicina resta ferma  
 D) I tre amminoacidi si muovono con velocità diverse verso il catodo.

41) Indicare, tra le seguenti, la specie planare quadrata

- A) CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>  
 B) XeO<sub>4</sub>  
 C) ICl<sub>4</sub><sup>-</sup>  
 D) CuCl<sub>4</sub><sup>2-</sup>

42) Quali ibridi forma l'atomo centrale nello ione PF<sub>6</sub><sup>-</sup>?

- A) sp<sup>5</sup>  
 B) sp<sup>3</sup>d  
 C) sp<sup>4</sup>d  
 D) sp<sup>3</sup>d<sup>2</sup>

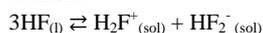
43) Stabilire l'ordine di legame dello ione O<sub>2</sub><sup>+</sup>

- A) 2  
 B) 1  
 C) 1,5  
 D) 2,5

44) Quale delle seguenti specie, che rappresentano eccezioni alla regola dell'ottetto, possiede l'atomo centrale con il maggior numero di elettroni intorno a sé?

- A) SbF<sub>6</sub><sup>-</sup>  
 B) POCl<sub>3</sub>  
 C) XeO<sub>4</sub>  
 D) ICl<sub>5</sub>

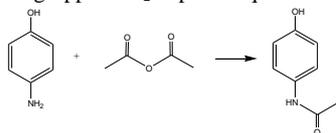
45) L'acido fluoridrico liquido (d=1,002 g mL<sup>-1</sup>) presenta un equilibrio di autoprotolisi simile a quello dell'acqua e rappresentato dalla seguente reazione



La costante di equilibrio per l'autoprotolisi è pari a K<sub>HF</sub>=8x10<sup>-12</sup>. Calcolare la frazione molare di HF<sub>2</sub><sup>-</sup>(sol) all'equilibrio.

- A) 2,80x10<sup>-6</sup>  
 B) 5,65x10<sup>-8</sup>  
 C) 0,93  
 D) 9,33 x10<sup>-7</sup>

46) Il paracetamolo viene preparato mediante reazione del *p*-amminofenolo con anidride acetica. Perché l'acetilazione avviene preferenzialmente sul gruppo NH<sub>2</sub> rispetto a quello OH?



- A) Per ragioni di ingombro sterico  
 B) A causa della maggior elettrofilicità del gruppo amminico  
 C) A causa della maggior nucleofilicità del gruppo amminico  
 D) Dipende dall'anidride scelta

47) La basicità delle alchilammine aumenta, in fase gassosa, passando dalle ammine primarie alle terziarie, NH<sub>2</sub>R < NHR<sub>2</sub> < NR<sub>3</sub>, a causa dell'effetto elettron-donatore dei gruppi alchilici. In soluzione acquosa, invece, le ammine terziarie risultano essere meno basiche delle ammine primarie. Scegliere tra le seguenti affermazioni la più adeguata per spiegare questo fenomeno:

- A) In soluzione si verifica un'inversione dell'effetto induttivo dei gruppi alchilici, che diventano elettron-attrattori.

B) In soluzione i tre gruppi alchilici legati all'atomo di azoto interferiscono con la solvatazione del catione trialchilammonio che, quindi, viene ad essere scarsamente stabilizzato.

C) In soluzione si osserva una modifica di ibridazione dell'atomo di azoto da sp<sup>3</sup> a sp<sup>2</sup>.

D) In soluzione le ammine terziarie sono facilmente ossidabili, generando specie poco basiche.

48) Il primo metodo per l'arricchimento dell'uranio prevedeva l'utilizzo della diffusione di UF<sub>6</sub> gassoso. Utilizzando questa tecnica viene sfruttata la differenza di velocità tra gli isotopi, in particolare si riesce a separare l'isotopo <sup>235</sup>U dal più pesante <sup>238</sup>U. Qual è il rapporto tra la velocità del gas contenente <sup>235</sup>U e quella del gas contenente <sup>238</sup>U?

- A) 1,004  
 B) 0,996  
 C) 1,025  
 D) 0,976

49) L'effetto fotoelettrico è un fenomeno fisico che prevede l'espulsione di elettroni da una superficie, tendenzialmente metallica, in seguito a irraggiamento della stessa con onde elettromagnetiche. La spiegazione di questo fenomeno è storicamente importante dal momento che rappresenta la conferma:

- A) della natura ondulatoria dell'elettrone  
 B) della natura quantistica dell'atomo  
 C) della natura corpuscolare della radiazione  
 D) della natura ondulatoria della radiazione

50) Quale dei seguenti metalli presenta una configurazione elettronica con l'orbitale d completo?

- A) Fe  
 B) Cu  
 C) Ni  
 D) Co

51) Un'onda elettromagnetica con lunghezza d'onda di 242 nm è in grado di dissociare l'ossigeno molecolare rompendo il legame covalente. Calcolare l'energia di dissociazione molare di O<sub>2</sub> (h= 6,63x10<sup>-34</sup> J s, c= 3x10<sup>8</sup> m s<sup>-1</sup>)

- A) 495 kJ mol<sup>-1</sup>  
 B) 8x10<sup>-19</sup> J  
 C) 8x10<sup>-19</sup> J mol<sup>-1</sup>  
 D) 257 kJ mol<sup>-1</sup>

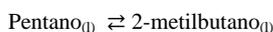
52) Quante moli di Ca(OH)<sub>2</sub> bisogna aggiungere a 250,0 mL di una soluzione acquosa di HCl 0,010 M per ottenere una soluzione a pH =3, se il volume della soluzione dopo l'aggiunta dell'idrossido non cambia?

- A) 1,13 mmol  
 B) 2,25 mmol  
 C) 0,23 mmol  
 D) 4,50 mmol

53) Quale delle seguenti sostanze ha il punto di ebollizione più elevato?

- A) F<sub>2</sub>  
 B) Cl<sub>2</sub>  
 C) Br<sub>2</sub>  
 D) I<sub>2</sub>

54) In un reattore chiuso del volume di 5,00 L sono contenute 1,40 mol di pentano e 3,50 mol di 2-metilbutano in equilibrio a 310 K secondo la reazione



Se in questo sistema si aggiungono 1,00 mol di pentano, quale sarà la concentrazione di pentano nella nuova condizione di equilibrio?

- A) 0,15 M  
 B) 0,88 M  
 C) 0,34 M  
 D) 0,79 M

55) Il grado di dissociazione di un acido debole HA in una sua soluzione è il 20%. Di quante volte bisogna aumentare il volume di tale soluzione perché il grado di dissociazione diventi 50%?

- A) 2 volte
- B) 4 volte
- C) 10 volte
- D) 3,5 volte

56) Un campione di minerale costituito da  $\text{Au}_{(s)}$  e da  $\text{SiO}_{2(s)}$  ha un volume di 38,0 mL e una densità =  $9,80 \text{ g mL}^{-1}$ .

Calcolare la massa di  $\text{Au}_{(s)}$  nel campione, sapendo che la densità dell'oro è  $19,32 \text{ g/mL}$  e quella della silice è  $2,20 \text{ g/mL}$ .

- A) 330 g
- B) 318 g
- C) 341 g
- D) 326 g

57) Una bombola contenente  $8,0 \text{ m}^3$  di una miscela gassosa misurati a 303 K contiene  $\text{He}_{(g)}$  e  $\text{N}_{2(g)}$  alla pressione complessiva di  $85,0 \times 10^5 \text{ Pa}$ . Calcolare la % V/V di  $\text{He}_{(g)}$ , nella miscela sapendo che nella bombola sono presenti 87,0 kg di azoto.

- A) 88,5%
- B) 45,3%
- C) 65,9%
- D) 77,8%

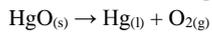
58) Una soluzione acquosa del volume di 0,5 L, preparata aggiungendo acqua a 2 moli di un acido debole HA e 1 mole di NaOH, presenta un pH di 5,4. Calcolare la costante acida di HA.

- A)  $7,3 \times 10^{-5}$
- B)  $8,1 \times 10^{-7}$
- C)  $4,0 \times 10^{-6}$
- D)  $2,9 \times 10^{-4}$

59) Occorre preparare una soluzione al 23,0% (p/p) di KF avendo a disposizione 90,0 g di una soluzione al 18,0% (p/p) dello stesso sale. Quanti grammi di  $\text{KF}_{(s)}$  occorre aggiungere alla soluzione?

- A) 5,84 g
- B) 8,43 g
- C) 7,55 g
- D) 3,22 g

60) Un minerale contiene il 95,0% (p/p) di HgO. Se 40,0 g di tale minerale sono decomposti secondo la reazione da bilanciare:



si ottengono 0,0714 moli di  $\text{O}_2$ . Calcolare la resa percentuale della reazione.

- A) 81,4 %
- B) 92,3 %
- C) 78,6 %
- D) 88,1 %

