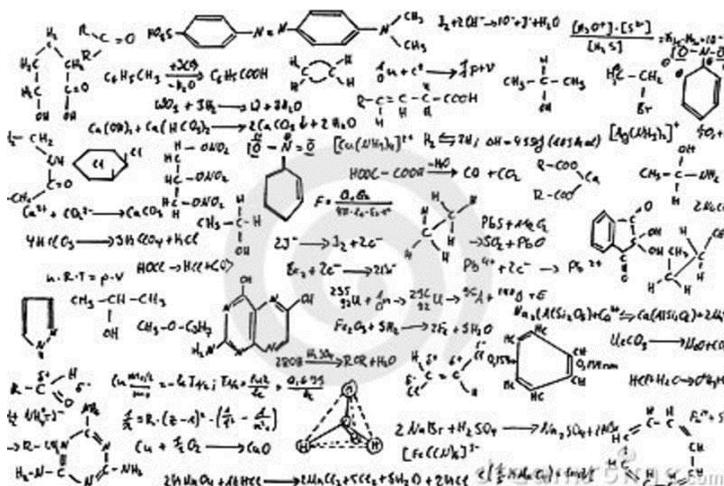




Società Chimica Italiana
In convenzione con il MIUR

Giochi della Chimica 2017

Finale Nazionale *Classe di Concorso C*



Comitato Nazionale

Agostino Casapullo, Giorgio Cevasco, Raffaele Riccio, Silvana Saiello

Gruppo elaborazione quesiti

Agostino Casapullo, Gerardino D'Errico, Roberto Esposito, Mauro Iuliano, Silvana Saiello

Il Comitato Nazionale ringrazia la Società Gibertini Elettronica s.r.l. e le Associazioni di Federchimica PlasticsEurope Italia e Assobase 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_A</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_a</i>	kilo- prefix	<i>k</i>
enthalpy	<i>H</i>	liter	<i>L</i>
entropy	<i>S</i>	measure of pressure	mmHg
		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 H 1.0079																				helium 2 He 4.0026					
lithium 3 Li 6.941	beryllium 4 Be 9.0122																			boron 5 B 10.811	carbon 6 C 12.011	nitrogen 7 N 14.007	oxygen 8 O 15.999	fluorine 9 F 18.998	neon 10 Ne 20.180
sodium 11 Na 22.990	magnesium 12 Mg 24.305																			aluminum 13 Al 26.982	silicon 14 Si 28.086	phosphorus 15 P 30.974	sulfur 16 S 32.065	chlorine 17 Cl 35.453	argon 18 Ar 39.948
potassium 19 K 39.098	calcium 20 Ca 40.078	scandium 21 Sc 44.956	titanium 22 Ti 47.867	vanadium 23 V 50.942	chromium 24 Cr 51.996	manganese 25 Mn 54.938	iron 26 Fe 55.845	cobalt 27 Co 58.933	nickel 28 Ni 58.693	copper 29 Cu 63.546	zinc 30 Zn 65.39	gallium 31 Ga 69.723	germanium 32 Ge 72.61	arsenic 33 As 74.922	selenium 34 Se 78.96	bromine 35 Br 79.904	krypton 36 Kr 83.80								
rubidium 37 Rb 85.468	strontium 38 Sr 87.62	yttrium 39 Y 88.906	zirconium 40 Zr 91.224	niobium 41 Nb 92.906	molybdenum 42 Mo 95.94	technetium 43 Tc [98]	ruthenium 44 Ru 101.07	rhodium 45 Rh 102.91	palladium 46 Pd 106.42	silver 47 Ag 107.87	cadmium 48 Cd 112.41	indium 49 In 114.82	tin 50 Sn 118.71	antimony 51 Sb 121.76	tellurium 52 Te 127.60	iodine 53 I 126.90	xenon 54 Xe 131.29								
caesium 55 Cs 132.91	barium 56 Ba 137.33	* 57-70	lutetium 71 Lu 174.97	hafnium 72 Hf 178.49	tantalum 73 Ta 180.95	tungsten 74 W 183.84	rhenium 75 Re 186.21	osmium 76 Os 190.23	iridium 77 Ir 192.22	platinum 78 Pt 195.08	gold 79 Au 196.97	mercury 80 Hg 200.59	thallium 81 Tl 204.38	lead 82 Pb 207.2	bismuth 83 Bi 208.98	polonium 84 Po [209]	astatine 85 At [210]	radon 86 Rn [222]							
francium 87 Fr [223]	radium 88 Ra [226]	* * 89-102	lawrencium 103 Lr [262]	rutherfordium 104 Rf [261]	dubnium 105 Db [262]	seaborgium 106 Sg [266]	bohrium 107 Bh [264]	hassium 108 Hs [269]	meitnerium 109 Mt [268]	unnilium 110 Uun [271]	ununium 111 Uuu [272]	unubium 112 Uub [277]		ununquadium 114 Uuq [289]											

* Lanthanide series

lanthanum 57 La 138.91	cerium 58 Ce 140.12	praseodymium 59 Pr 140.91	neodymium 60 Nd 144.24	promethium 61 Pm [145]	samarium 62 Sm 150.36	europium 63 Eu 151.96	gadolinium 64 Gd 157.25	terbium 65 Tb 158.93	dysprosium 66 Dy 162.50	holmium 67 Ho 164.93	erbium 68 Er 167.26	thulium 69 Tm 168.93	ytterbium 70 Yb 173.04
actinium 89 Ac [227]	thorium 90 Th 232.04	protactinium 91 Pa 231.04	uranium 92 U 238.03	neptunium 93 Np [237]	plutonium 94 Pu [244]	americium 95 Am [243]	curium 96 Cm [247]	berkelium 97 Bk [247]	californium 98 Cf [251]	einsteinium 99 Es [252]	fermium 100 Fm [257]	mendelevium 101 Md [258]	nobelium 102 No [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. Disciogliendo 120 g di un composto incognito non volatile in 4 kg di acqua si ottiene una soluzione che, raffreddando, comincia a congelare a -0,25 °C. Qual è la massa molare del composto? La costante crioscopica dell'acqua a 25 °C è 1,86 K kg mol⁻¹.

- A) 220 gmol⁻¹
- B) 260 gmol⁻¹
- C) 280 gmol⁻¹
- D) 300 gmol⁻¹

2. Un sistema si espande da 1,00 a 1,50 m³ contro una pressione costante pari a 100 kPa. Quanto calore deve scambiare con l'ambiente circostante affinché la sua temperatura rimanga costante?

- A) 50 cal
- B) -50 cal
- C) -50 kJ
- D) 50 kJ

3. A 20 °C la costante cinetica di una data reazione del primo ordine, è 8,0 × 10⁻³ s⁻¹. Sapendo che l'energia di attivazione è 32 kJ mol⁻¹, calcolare il valore della costante cinetica a 40 °C

- A) 1,8 × 10⁻² s⁻¹
- B) 8,0 × 10⁻³ s⁻¹
- C) 8,0 × 10⁻² s⁻¹
- D) 1,3 × 10⁻² s⁻¹

4. Se x è la velocità con cui si consuma l'ammoniaca nel corso della reazione:



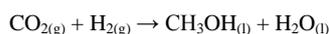
Quale sarà la velocità con cui si produce idrogeno?

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

5. Il ΔH° della reazione $\text{PCl}_5(\text{g}) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(\text{g}) + \text{Cl}_2(\text{g})$ è positivo. Come si può spostare l'equilibrio verso la formazione dei prodotti?

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

6. L'anidride carbonica prodotta dall'attività umana è la causa principale dell'effetto serra. Chimici di tutto il mondo stanno cercando metodi che ne diminuiscano il contenuto nell'atmosfera. Uno di questi è utilizzare tale gas per produrre metanolo (CH₃OH) tramite la reazione, catalizzata, da bilanciare:



Indicare quanti litri di CO₂ (considerare un comportamento ideale del gas in condizioni standard STP: T = 273,15 K, P = 101,3 KPa) si consumano per ogni tonnellata (1,00 × 10³ kg) di metanolo prodotto.

- A) 7 × 10³ L
- B) 70 × 10³ L
- C) 700 × 10³ L
- D) 7000 × 10³ L

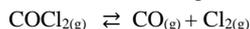
7. Nella struttura di Lewis dello ione BF₄⁻ quante sono le cariche formali sul boro:

- A) -2
- B) -1
- C) 0
- D) +1

8 Indicare, sulla base della teoria VSEPR, la coppia che presenta la stessa geometria:

- A) H₂O e CO₂
- B) CO₂ e CH₃⁻
- C) H₂O e Cl₂O
- D) CH₃⁻ e Cl₂O

9. A 728 K il fosgene (COCl₂) si decompone termicamente secondo la reazione:



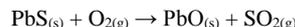
Se in un recipiente chiuso del volume di 1,000 L vengono introdotti 2,451 g di fosgene la sua pressione parziale ad equilibrio raggiunto è il 50,0% della pressione totale Calcolare la costante di equilibrio (K_p). Considerare il comportamento dei gas ideale ed esprimere le pressioni in kPa.

- A) 25,0
- B) 12,5
- C) 0,242
- D) 0,125

10. 52,42 g di un carbonato di formula X₂CO₃ sono trasformati quantitativamente in 101,78 g del corrispondente bromuro. Di quale carbonato si tratta?

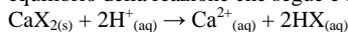
- A) Li₂CO₃
- B) Na₂CO₃
- C) K₂CO₃
- D) Rb₂CO₃

11. Quanti grammi di PbO e di SO₂ si possono ottenere mettendo a reagire 478 g di PbS e 192 g di O₂ secondo la reazione da bilanciare



- A) 1328 g di PbO e 384 g di SO₂
- B) 669 g di PbO e 192 g di SO₂
- C) 446 g di PbO e 223 g di SO₂
- D) 446 g di PbO e 128 g di SO₂

12. L'anione X⁻ di un acido debole HX forma un composto poco solubile con il calcio, CaX₂(s), con costante di solubilità pari a 10^{-10,4}. Calcolare la costante di ionizzazione di HX sapendo che il valore della costante di equilibrio della reazione che segue è K=10^{-4,0}:



- A) 10^{-3,2}
- B) 10^{-4,6}
- C) 10^{-7,1}
- D) 10^{-8,3}

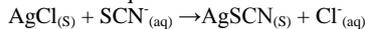
13. 25,00 mL di una soluzione acquosa di acido formico (HCOOH) 0,0500 M sono titolati con una soluzione acquosa di NaOH 0,0200 M. Calcolare il pH del punto di equivalenza.

- A) 7,95
- B) 6,32
- C) 10,21
- D) 9,73

14. Immergendo una barretta di Fe(s) in una soluzione acquosa 0,100 M in PbCl₂, 0,100 M in MnCl₂, 0,100M in MgCl₂ e 0,00100 M in HCl, che cosa si osserva?

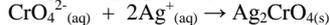
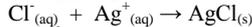
- A) Si deposita Mn(s)
- B) Non si osserva nulla
- C) Si deposita Mg(s)
- D) Si deposita Pb(s)

15. Conoscendo le costanti di solubilità di AgCl e AgSCN Calcolare la costante di equilibrio della reazione:

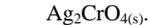


- A) 871
- B) 180
- C) 288
- D) 543

16. Ad una soluzione acquosa 0,010 M in Na₂CrO₄ e 0,020 M in NaCl si aggiunge lentamente AgNO₃(s). Si verificano le seguenti reazioni:



Calcolare la concentrazione di Cl⁻ quando inizia la precipitazione di



- A) 2,9 × 10⁻⁷ M
- B) 2,7 × 10⁻⁵ M
- C) 6,0 × 10⁻⁶ M
- D) 4,2 × 10⁻⁸ M

17. Una soluzione contenente lo ione Pb²⁺ in concentrazione 0,0010 M; lo ione Mn²⁺ in concentrazione 0,50 M e lo ione Mg²⁺ in concentrazione 0,050 M viene alcalinizzata gradualmente per aggiunta di NaOH(s).

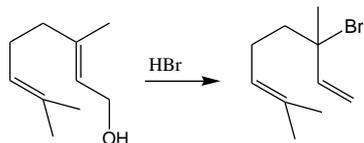
Indicare l'ordine di precipitazione dei metalli sotto forma di idrossidi.

- A) Pb, Mg, Mn
- B) Mg, Pb, Mn
- C) Pb, Mn, Mg
- D) Mn, Pb, Mg

18. Una soluzione satura di $\text{BiI}_3(\text{s})$ contiene 589,7 mg di sale in 1,00 L di acqua. Calcolare la costante di solubilità di BiI_3 .

- A) $4,76 \times 10^{-10}$
 B) $6,35 \times 10^{-8}$
 C) $8,21 \times 10^{-9}$
 D) $2,70 \times 10^{-11}$

19. Per trattamento con HBr il geraniolo produce il bromuro riportato. Qual è la sequenza di eventi più plausibile per spiegare la formazione di tale prodotto?



- A) Protonazione del gruppo OH, eliminazione di H_2O , stabilizzazione del carbocatione formato e addizione dell'anione bromuro.
 B) Addizione di HBr al doppio legame, protonazione del gruppo OH ed eliminazione di H_2O .
 C) Deprotonazione del gruppo OH, formazione di un intermedio ciclico a 4 termini, attacco dell'anione bromuro con eliminazione di H_2O .
 D) Protonazione del gruppo OH, eliminazione di H_2O con formazione di un diene coniugato, addizione di HBr.

20. Disporre in ordine di basicità crescente i seguenti anioni: cloruro, acetiluro, etossido, metiluro.

- A) Cloruro, acetiluro, metiluro, etossido
 B) Cloruro, etossido, acetiluro, metiluro
 C) Metiluro, acetiluro, etossido, cloruro
 D) Etossido, cloruro, acetiluro, metiluro

21. Un certo composto non volatile X_2 , se disciolto in acqua, può dissociarsi in 2X . Un litro di soluzione ottenuta sciogliendo 0,80 moli di X_2 in acqua ha una pressione osmotica di $2,5 \times 10^6$ Pa alla temperatura di 25°C . Il grado di dissociazione di X_2 è:

- A) 0,25
 B) 0,30
 C) 0,45
 D) 0,20

22. Il $\Delta_r S^\circ$ di una certa reazione endotermica è circa il doppio di $\Delta_r H^\circ/T$.

Si può quindi affermare che:

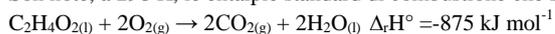
- A) la costante di equilibrio della reazione sarà inferiore a 1
 B) la reazione è sfavorita
 C) la costante di equilibrio della reazione sarà pari a zero
 D) la costante di equilibrio della reazione sarà superiore a 1

23. Un composto A si decompone seguendo una legge cinetica del primo ordine. Il tempo di dimezzamento è pari a 22 minuti. Il tempo necessario affinché la concentrazione di A si riduca ad un ventesimo di quella iniziale è:

- A) i dati non sono sufficienti a determinare il tempo richiesto
 B) circa un'ora e mezza
 C) circa un'ora
 D) circa un'ora e un quarto

24. Determinare l'entalpia standard di formazione a 298 K dell'acido acetico.

Son note, a 298 K, le entalpie standard di combustione che seguono:



- A) I dati forniti non sono sufficienti per rispondere alla domanda.
 B) -350 kJ mol^{-1}
 C) $+350 \text{ kJ mol}^{-1}$
 D) -485 kJ mol^{-1}

25. L'idrogeno molecolare reagisce con il monossido di azoto NO per formare il protossido di azoto N_2O (gas esilarante) e acqua. E' stata effettuata una serie di esperimenti alla stessa temperatura ed in condizioni tali che sia reagenti sia prodotti siano allo stato gassoso. Di seguito sono riportate le velocità iniziali della reazione in tre diverse condizioni di concentrazione iniziale

$$[\text{NO}] = 0,30 \text{ mol dm}^{-3} \quad [\text{H}_2] = 0,35 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$r^\circ = 2,835 \times 10^{-3} \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$$

$$[\text{NO}] = 0,60 \text{ mol dm}^{-3} \quad [\text{H}_2] = 0,35 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$r^\circ = 1,135 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$$

$$[\text{NO}] = 0,60 \text{ mol dm}^{-3} \quad [\text{H}_2] = 0,70 \text{ mol dm}^{-3}$$

$$r^\circ = 2,268 \times 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3} \text{ s}^{-1}$$

Qual è la legge cinetica della reazione e quanto vale la costante cinetica?

- A) $r = k [\text{NO}] [\text{H}_2]^2$ $k = 0,09 \text{ dm}^{-6} \text{ mol}^{-2} \text{ s}^{-1}$
 B) $r = k [\text{NO}] [\text{H}_2]$ $k = 0,09 \text{ dm}^{-6} \text{ mol}^{-2} \text{ s}^{-1}$
 C) $r = k [\text{NO}]^2 [\text{H}_2]$ $k = 0,09 \text{ dm}^{-3} \text{ mol}^{-1} \text{ s}^{-1}$
 D) $r = k [\text{NO}]^2 [\text{H}_2]$ $k = 0,09 \text{ dm}^{-6} \text{ mol}^{-2} \text{ s}^{-1}$

26. Il carbonio 14 si decompone formando azoto e particelle beta seguendo una cinetica del primo ordine con un tempo di dimezzamento pari a $5,73 \cdot 10^3$ anni. Un reperto archeologico in legno presenta un tenore in carbonio 14 pari al 54 % di quello misurabile negli alberi viventi. Il reperto ha:

- A) 5100 anni
 B) 2500 anni
 C) 7300 anni
 D) 8500 anni

27. La temperatura di fusione del mercurio alla pressione atmosferica è 234 K , mentre la sua entalpia standard di fusione è $2,30 \text{ kJ mol}^{-1}$. Di quanto aumenta l'entropia di una mole di mercurio che fonde a 234 K ?

- A) $98,3 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
 B) $9,83 \text{ kJ mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
 C) $9,83 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$
 D) $0,983 \text{ kJ mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$

28. In un determinato processo è stato verificato che la somma del calore e del lavoro scambiato da un sistema chiuso non è uguale alla sua variazione di energia interna. Se ne può desumere che:

- A) Una parte dell'energia interna è stata dissipata
 B) La somma di calore e lavoro scambiati sono uguali alla variazione di entalpia
 C) Il processo è irreversibile
 D) Gli sperimentatori hanno probabilmente sbagliato le misure, e queste vanno ripetute.

29. Determinare la composizione della miscela di benzene e toluene che a 293 K ha una tensione di vapore pari a $5,06 \times 10^3 \text{ Pa}$. Alla temperatura di 293 K , il benzene e il toluene hanno rispettivamente una tensione di vapore pari a $1,01 \times 10^4 \text{ Pa}$ e $2,90 \times 10^3 \text{ Pa}$. Assumere che la miscela si comporti idealmente.

- A) la frazione molare del benzene è pari a 0,30
 B) la frazione molare del benzene è pari a 0,25
 C) la frazione molare del benzene è pari a 0,23
 D) la frazione molare del benzene è pari a 0,27

30. Quale delle seguenti affermazioni sul punto triplo di una sostanza pura è sbagliata?

- A) Il punto triplo è il punto dove coesiste il numero maggiore possibile di fasi
 B) Il punto triplo non dipende dalla natura chimica della sostanza
 C) Sul diagramma p,V il punto triplo viene rappresentato come un segmento
 D) Sul diagramma p,T il punto triplo si trova sempre ad ordinata più bassa del punto critico

31. Si utilizza dell'acqua bollente per termostatare a 100°C un reattore che lavora in continuo producendo 30 kJ s^{-1} . Il $\Delta_{\text{eb}}H^\circ$ dell'acqua è $2,317 \text{ kJ g}^{-1}$. Quanto litri di acqua devono essere forniti al sistema di raffreddamento ogni ora?

- A) 12 litri
 B) 47 litri
 C) 30 litri
 D) 37 litri

32. 3,00 kg di metano furono bruciati in presenza di una quantità stechiometrica di ossigeno all'interno di un contenitore il cui volume era $1,0 \text{ m}^3$ mantenendo la temperatura fissata a 200°C . La reazione andò a

completezza e furono prodotti esclusivamente biossido di carbonio ed acqua. Calcolare la pressione p_1 all'interno del contenitore alla fine della reazione. Il contenitore venne in seguito raffreddato a 18 °C. Quale valore assunse la pressione (p_2)?

- A) $p_1 = 7,6 \times 10^5$ Pa; $p_2 = 4,5 \times 10^5$ Pa
 B) $p_1 = 2,3 \times 10^6$ Pa; $p_2 = 1,3 \times 10^6$ Pa
 C) $p_1 = 7,6 \times 10^5$ Pa; $p_2 = 1,3 \times 10^6$ Pa
 D) $p_1 = 2,3 \times 10^6$ Pa; $p_2 = 4,5 \times 10^5$ Pa

33. La doppia elica del DNA si rinatura dai due filamenti (A e B). Per questo processo è stato proposto il meccanismo che segue

A+B → Elica instabile (stadio veloce)
 Elica instabile → doppia elica stabile (stadio lento)

La legge cinetica compatibile con questo meccanismo è:

- A) $r = K [A] [B]$
 B) $r = K [A]^2 [B]^2$
 C) $r = K [A]^{1/2} [B]^{1/2}$
 D) $r = K [A]^{-1} [B]^{-1}$

34. A pressione atmosferica, acqua ed acido formico formano un azeotropo di massimo. Dal punto di vista qualitativo ciò permette di ipotizzare che:

- A) le interazioni acqua-acido formico sono energeticamente sfavorite rispetto alla media di quelle tra due molecole di acqua e tra due molecole di acido formico.
 B) Le molecole di acido formico tendono ad autoaggregarsi.
 C) le molecole di acqua tendono a formare microdomini separati.
 D) le interazioni acqua-acido formico sono energeticamente favorite rispetto alla media di quelle tra due molecole di acqua e tra due molecole di acido formico.

35. La variazione entalpica per la fusione del ghiaccio a 273,15 K e a pressione atmosferica è $3,34 \times 10^5$ J kg⁻¹. A temperature di poco inferiori si è determinato che la pressione di equilibrio tra fase solida e fase liquida dipende dalla temperatura secondo la relazione $\ln P/\ln T = -13,5 \times 10^6$ Pa K⁻¹. Qual è la variazione di volume per il processo di fusione?

- A) $9,05 \times 10^{-5}$ m³ kg⁻¹
 B) $-9,05 \times 10^{-5}$ m³ kg⁻¹
 C) $-9,05 \times 10^{-6}$ m³ kg⁻¹
 D) $9,05 \times 10^{-6}$ m³ kg⁻¹

36. Determinare la formula minima di una sostanza che all'analisi elementare ha dato un valore di composizione percentuale di potassio, in massa, pari al 55,26%:

- A) KH₂PO₄
 B) K₂HPO₄
 C) K₃PO₄
 D) KH₂PO₃

37. In una bombola piena di NO₂, ad una certa temperatura, si stabilisce l'equilibrio:



Nelle condizioni di equilibrio si è dissociato il 23,2% di NO₂ ed il manometro della bombola indica una pressione di 1926 kPa. Indicare la risposta che elenca le pressioni parziali dei gas presenti all'interno:

- A) $p(\text{NO}_2) = 1326$ kPa; $p(\text{N}_2\text{O}) = 400$ kPa; $p(\text{O}_2) = 200$ kPa
 B) $p(\text{NO}_2) = 1326$ kPa; $p(\text{N}_2\text{O}) = 200$ kPa; $p(\text{O}_2) = 200$ kPa
 C) $p(\text{NO}_2) = 1326$ kPa; $p(\text{N}_2\text{O}) = 200$ kPa; $p(\text{O}_2) = 400$ kPa
 D) $p(\text{NO}_2) = 1326$ kPa; $p(\text{N}_2\text{O}) = 600$ kPa; $p(\text{O}_2) = 300$ kPa

38. Quanto bicarbonato di zinco si deve aggiungere a 0,504g di carbonato di zinco affinché la percentuale in peso di zinco nella miscela risultante sia pari a 63,2%?

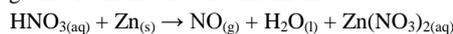
- A) 0,504 g
 B) 0,318 g
 C) 0,185 g
 D) Nessuna delle tre

39. Indicare la risposta che indica i prodotti della reazione di sodio metallico con metanolo (CH₃OH).

- A) NaOH, CH₄
 B) NaOH, H₂
 C) NaOCH₃, CH₄

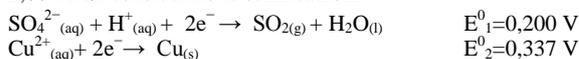
D) NaOCH₃, H₂

40. Indicare il gruppo di coefficienti, riportati in ordine casuale, che bilancia la seguente reazione di ossidoriduzione:



- A) 2, 2, 1, 1, 1
 B) 6, 6, 2, 2, 1
 C) 8, 4, 3, 3, 2
 D) 9, 5, 4, 4, 2

41. Calcolare la concentrazione di Cu²⁺ in una soluzione ottenuta aggiungendo 1,50 g di polvere di Cu(s) in 1,00 L di una soluzione di H₂SO₄ 2,00 M. Si considerino le semireazioni:



(assumere che la pressione di SO_{2(g)} sia 1,01×10⁵Pa).

- A) 2,24×10⁻² M
 B) 4,05×10⁻² M
 C) 3,11×10⁻² M
 D) 1,16×10⁻² M

42. Il numero di piatti teorici N di una colonna per HPLC si calcola dall'equazione:

$$N = 16 \times \left(\frac{t_a}{w_a} \right)^2$$

dove t_a è il tempo di ritenzione dell'analita e w_a l'ampiezza alla base del picco dell'analita. Per raddoppiare il valore di N quale valore deve assumere il nuovo tempo di ritenzione (assumendo w costante)?

- A) 2,5× t_a
 B) 1,4× t_a
 C) 1,8× t_a
 D) 4,0× t_a

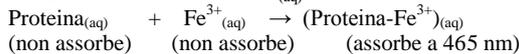
43. Secondo la legge di Lambert-Beer, l'assorbanza di una soluzione, posta in una cella di l cm, contenente una specie assorbente di concentrazione C M è:

$$A_c = \varepsilon l C$$

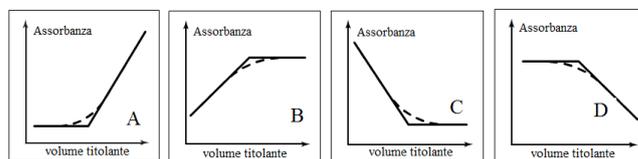
dove ε è una costante. Se la concentrazione C della soluzione diminuisce da 0,20 M a 0,050 M, quale sarà la nuova assorbanza (si assuma l costante) ?

- A) 0,75× A_c
 B) 1,50× A_c
 C) 0,25× A_c
 D) 2,50× A_c

44. La soluzione di una proteina che lega il ferro viene titolata con una soluzione a titolo noto di Fe³⁺(aq) secondo lo schema



Poiché il prodotto che si forma assorbe a 465 nm, il punto finale della titolazione viene individuato spettrofotometricamente. Indicare la forma della curva di titolazione (si assuma trascurabile la variazione di volume durante la titolazione).



45. Calcolare la durezza di un'acqua in gradi francesi (°F)(1°F corrisponde a 10 mg/L di CaCO₃) sapendo che contiene 85,70 mg/L di ioni Ca²⁺ e 13,25 mg/L di ioni Mg²⁺.

- A) 30,61
 B) 18,75
 C) 26,84
 D) 11,29

46. Uno studente ha sintetizzato le tre etilbenzaldeidi (o,m,p), ma ha dimenticato di etichettarne i contenitori. Per poterle identificare pensa di bromurare un'aliquota di ogni campione e vedere quanti prodotti mono-bromurati si ottengono da ciascuno. Quale dei seguenti risultati dovrà aspettarsi?

- A) 2 prodotti per la p-etilbenzaldeide, 4 prodotti per la o-etilbenzaldeide,

- 3 prodotti per la m-etilbenzaldeide
 B) 1 prodotto per la p-etilbenzaldeide, 3 prodotti per la o-etilbenzaldeide, 2 prodotti per la m-etilbenzaldeide
 C) 1 prodotto per la p-etilbenzaldeide, 2 prodotti per la o-etilbenzaldeide, 3 prodotti per la m-etilbenzaldeide
 D) Nessun prodotto per la p-etilbenzaldeide, 2 prodotti per la o-etilbenzaldeide, 3 prodotti per la m-etilbenzaldeide

47. Un trigliceride è costituito da tre acidi grassi identici ed ha formula molecolare $C_{45}H_{86}O_6$. Qual è la formula molecolare dello ione carbossilato ottenuto per saponificazione del trigliceride?

- A) $C_{13}H_{27}O_2$
 B) $C_{14}H_{27}O_2$
 C) $C_{14}H_{28}O_2$
 D) $C_{14}H_{29}O_2$

48. Diversamente dall'acetaldeide, la tricloroacetaldeide, quando è sciolta in acqua, è convertita quasi completamente nella forma idrata.

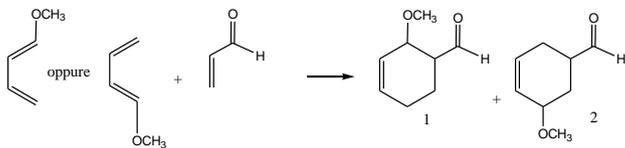
Scegliere la spiegazione più plausibile tra le seguenti:

- A) La solvatazione degli atomi di cloro avvicina l'acqua al carbonile favorendo la reazione di idratazione
 B) La reazione di idratazione è favorita dagli effetti sterici degli atomi di cloro
 C) La presenza degli atomi di cloro rende il carbonile meno elettrofilo
 D) La reazione di idratazione è favorita dall'elettronegatività degli atomi di cloro

49. Quali stereoisomeri si formano per reazione dell'ossido di cicloesene (epossicicloesano) con metossido di sodio in metanolo?

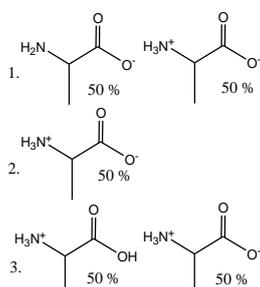
- A) Una coppia di diastereoisomeri in uguale quantità
 B) Una coppia di enantiomeri *trans* in uguale quantità
 C) Un composto meso
 D) Una coppia di enantiomeri *cis* in uguale quantità

50. Quando sia il diene che il dienofilo sono asimmetrici, la reazione di Diels-Alder può fornire due prodotti a seconda della disposizione dei reagenti. Nella seguente reazione quale sarà il prodotto presente in quantità maggiore e perché?



- A) I prodotti si formano nelle stesse quantità
 B) Il prodotto in quantità maggiore sarà 2 a causa della disposizione preferenziale dei reagenti per minimizzare gli effetti sterici
 C) Il prodotto in quantità maggiore sarà 1 a causa della disposizione preferenziale dei reagenti dovuta alla loro distribuzione di carica (per risonanza)
 D) Il prodotto in quantità maggiore sarà 1 a causa della disposizione preferenziale dei reagenti per effetto del legame a idrogeno tra i due gruppi polari

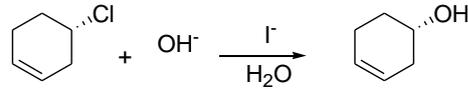
51. La forma completamente protonata dell'alanina ha valori di pK_a di 2.34 e 9.69. A quali valori di pH l'alanina esiste nelle tre forme indicate?



- A) 1 a pH 9,69; 2 a pH 6,02; 3 a pH 2,34
 B) 1 a pH 2,34; 2 a pH 6,02; 3 a pH 9,69

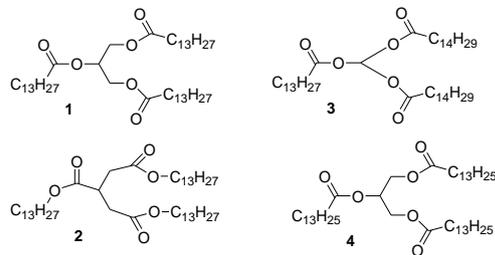
- C) 1 a pH 14; 2 a pH 7; 3 a pH 0
 D) 1 a pH 9,69; 2 a pH 7,35; 3 a pH 2,34

52. La seguente reazione di sostituzione è un esempio di catalisi nucleofila, in cui lo ione ioduro aumenta la velocità di trasformazione del cloruro in alcol. Perché, contrariamente alla reazione non catalizzata, questa reazione genera un prodotto con ritenzione di configurazione?



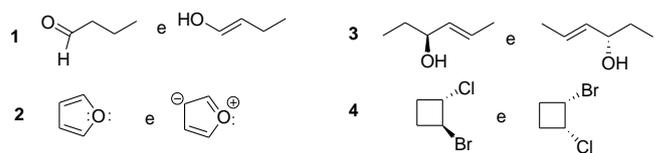
- A) Lo ioduro promuove l'attacco dell' OH^- dalla stessa parte del gruppo uscente
 B) La reazione si verifica in due successivi passaggi SN_2 , il primo mediato dallo ioduro e il secondo dallo ione OH^-
 C) Lo ioduro promuove la formazione di un intermedio carbocationico che reagisce in maniera stereospecifica con l' OH^-
 D) L'andamento stereochimico della reazione è dovuto agli effetti sterici dello ioduro

53. La noce moscata contiene un triacilglicerolo semplice completamente saturo con un massa molare di 722 g mol^{-1} . Da individuare la sua struttura tra quelle proposte.



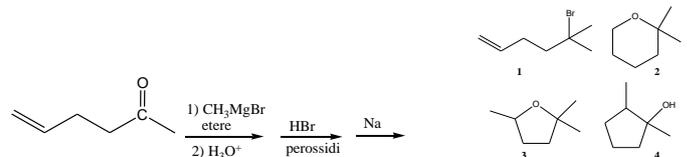
- A) 1
 B) 2
 C) 3
 D) 4

54. Individuare il rapporto esistente tra le specie delle seguenti coppie:



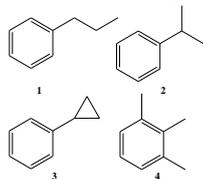
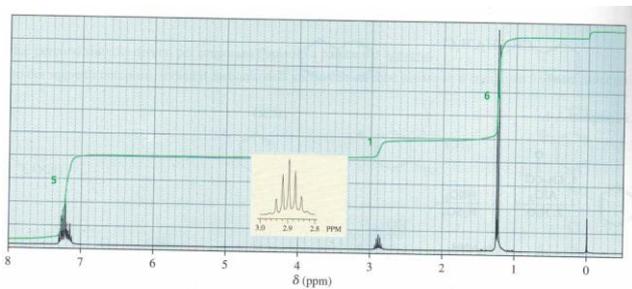
- A) 1: specie ossidata e ridotta; 2; strutture di risonanza; 3: enantiomeri; 4: diastereoisomeri
 B) 1: tautomeri; 2; strutture di risonanza; 3: stessa molecola; 4: conformeri
 C) 1: tautomeri; 2: strutture di risonanza; 3: stessa molecola; 4: diastereoisomeri
 D) 1: specie ossidata e ridotta; 2: tautomeri; 3: enantiomeri; 4: diastereoisomeri

55. Quale dei quattro composti è il prodotto finale della seguente serie di reazioni?



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

56. Quando riscaldiamo il composto A con una soluzione acida di dicromato di potassio si forma acido benzoico. Identifica il composto dall'analisi del suo spettro 1H NMR.



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

57. Identificare la struttura primaria di un peptide avendo a disposizione le seguenti informazioni:

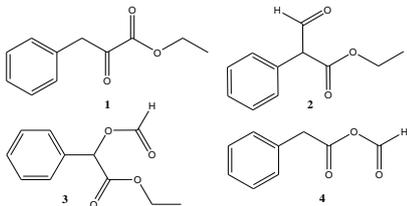
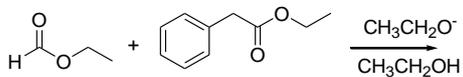
per idrolisi totale da ogni mole di peptide si ottengono: 2 mol di Phe, 2 mol di Arg, e 1 mol di Ala, di Tyr, di Lys, di Trp, di Leu, e di His;

per idrolisi parziale con tripsina si ottengono i seguenti frammenti peptidici: Tyr-Lys, Gly-Phe-Arg, Trp-Leu-His, Ala-Phe-Arg;

per idrolisi parziale con chimotripsina si ottengono i seguenti frammenti peptidici: Ala-Phe, Lys-Gly-Phe, Leu-His, Arg-Tyr, Arg-Trp;

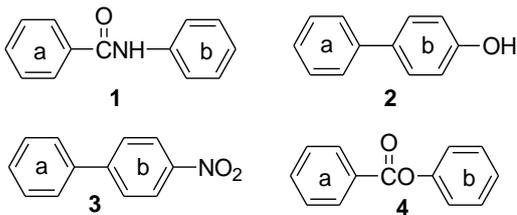
- A) Gly-Phe-Arg-Tyr-Lys-Ala-Phe-Arg-Trp-Leu-His
B) Ala-Phe-Arg-Gly-Phe-Arg-Tyr-Lys-Trp-Leu-His
C) Ala-Phe-Arg-Tyr-Lys-Gly-Phe-Arg-Trp-Leu-His
D) Leu-His-Ala-Phe-Arg-Gly-Phe-Arg-Trp-Tyr-Lys

58. Indicare il prodotto della seguente reazione di condensazione di Claisen incrociata:



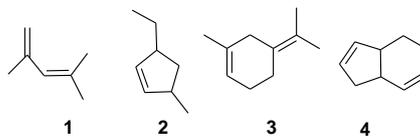
- A) 1
B) 2
C) 3
D) 4

59. Ognuna delle seguenti molecole contiene due anelli aromatici. Quale anello, in ciascun composto, subisce più facilmente una sostituzione elettrofila aromatica?



- A) 1a; 2b; 3a; 4a
B) 1b; 2b; 3b; 4a
C) 1b; 2b; 3a; 4b
D) 1a; 2a; 3b; 4b

60. Un composto reagisce con due equivalenti di H_2 in presenza di Ni come catalizzatore e genera per ozonolisi un unico prodotto. Quale dei seguenti composti è quello incognito?



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