Polímeros: adição e condensação

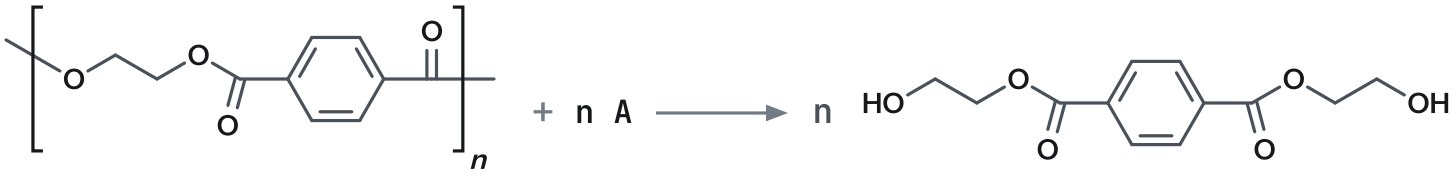
Simulado com 10 questões de múltipla escolha, uma no estilo de cada banca, e 2 discursivas. Aqui Tem Química · aquitemquimica.com.br/polimeros

Nome: _____ Turma: _____ Data: ___/___/_____

---

1. ENEM

A reciclagem química do PET pode ser feita por **glicólise**: o polímero é aquecido com excesso de um composto A, na presença de catalisador, e se desfaz em moléculas menores, que voltam para a fábrica e viram PET novo. O esquema simplificado da reação é:



PET

O composto A, representado no esquema, é o

(A) metanol.

(B) etanol.

(C) etanodiol.

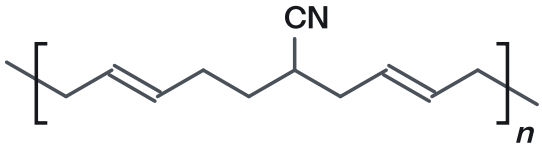
(D) ácido etanoico.

(E) água.

---

2. FUVEST

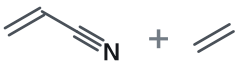
Quem tem alergia ao látex usa luvas nitrílicas, feitas de uma borracha sintética chamada NBR. A fórmula estrutural de um trecho desse polímero está representada a seguir.



Os monômeros que podem ser usados para preparar esse copolímero são

(A) 

(B) 

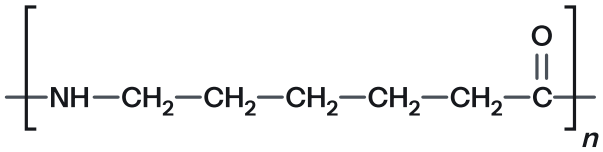
(C) 

(D) 

(E) 

3. UNESP

Considere a estrutura do polímero conhecido como náilon-6, usado em fios de pesca, redes e tecidos.



O exame dessa estrutura mostra que o náilon-6 é

(A) um poliéster.

(B) uma poliamida.

(C) uma poliamina.

(D) um poliéter.

(E) uma policetona.

---

4. Unicamp

A goma de mascar tem, na sua base, poli(acetato de vinila), PVA, um polímero de adição do acetato de vinila ($H_2C{=}CH{-}OCOCH_3$, fórmula $C_4H_6O_2$). Uma amostra de PVA usada em gomas tem massa molar média de 43 kDa (1 dalton corresponde a 1 g/mol).
Massas molares (g/mol): H = 1; C = 12; O = 16.

O número médio de unidades de acetato de vinila em cada cadeia desse PVA é próximo de

(a) 0,5.

(b) 500.

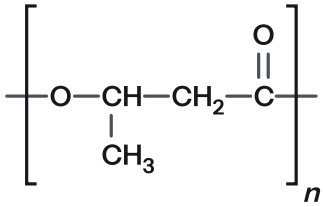
(c) 980.

(d) $3{,}7 \times 10^6$.

---

5. UERJ

O PHB, poli(3-hidroxibutirato), é um poliéster que certas bactérias produzem a partir do açúcar da cana. Descartado no solo, ele é degradado por enzimas de outras bactérias, que hidrolisam as suas ligações éster. Observe a unidade de repetição do PHB:



O produto orgânico dessa hidrólise é o:

(A) ácido 3-hidroxibutanoico

(B) ácido 2-hidroxibutanoico

(C) butano-1,3-diol

(D) ácido but-2-enoico

6. Santa Casa

A fibra acrílica, usada em blusas que imitam a lã, é feita de poliacrilonitrila (PAN), obtida pela reação representada a seguir.



A PAN é obtida por polimerização por _____, o grupo funcional presente nas suas unidades é _____, e a lã natural, que ela imita, é formada por _____. As lacunas são preenchidas, respectivamente, por:

(A) adição – nitrila – proteínas.

(B) condensação – nitrila – proteínas.

(C) adição – amina – proteínas.

(D) adição – nitrila – polissacarídeos.

(E) condensação – amida – proteínas.

---

7. Einstein

O polietileno verde é produzido a partir do etanol da cana-de-açúcar, em duas etapas:

etapa 1 $CH_3-CH_2-OH \rightarrow H_2C=CH_2 + H_2O$ (catalisador ácido, aquecimento)

etapa 2 $n\ H_2C=CH_2 \rightarrow -[CH_2-CH_2]_n-$

A etapa 1 é uma desidratação _____, a etapa 2 é uma polimerização por _____ e, ao fim da vida útil, o polietileno verde _____ biodegradável. As lacunas são preenchidas, respectivamente, por

(A) intermolecular – adição – é

(B) intramolecular – condensação – não é

(C) intermolecular – condensação – é

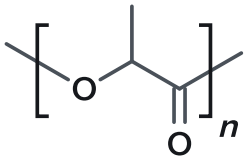
(D) intramolecular – adição – não é

(E) intramolecular – adição – é

---

8. Mackenzie

O PLA, usado em copos compostáveis e em filamentos de impressoras 3D, tem a unidade de repetição representada a seguir.



A respeito desse polímero, é correto afirmar que

(a) é um poliéter, já que apresenta átomos de oxigênio na cadeia principal.

(b) é obtido pela polimerização por adição do ácido propenoico.

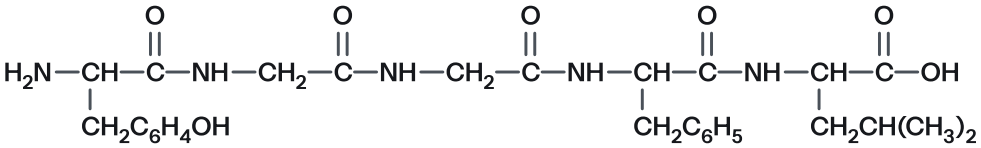
(c) sua hidrólise produz ácido 2-hidroxipropanoico.

(d) seu monômero apresenta as funções aldeído e álcool.

(e) é um copolímero, formado por dois monômeros diferentes.

9. PUC-Campinas

A leu-encefalina é um peptídeo produzido pelo cérebro que atua como analgésico natural. Ela é formada pelos aminoácidos tirosina, glicina, glicina, fenilalanina e leucina, nessa ordem.



Na formação de uma molécula de leu-encefalina a partir dos aminoácidos, o número de ligações peptídicas formadas (I) e o número de moléculas de água liberadas (II) são, respectivamente:

(A) 5 e 5

(B) 5 e 4

(C) 4 e 5

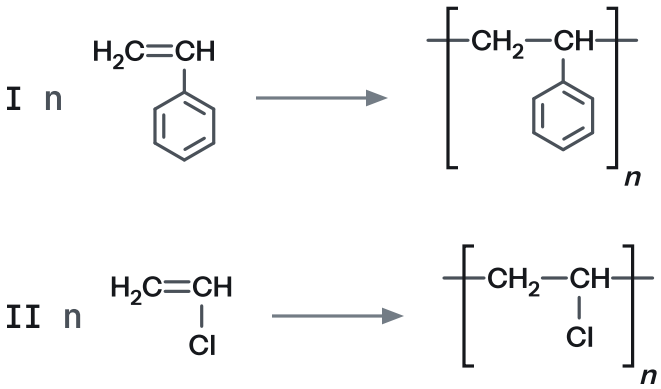
(D) 3 e 4

(E) 4 e 4

---

10. Famerp

Os símbolos de identificação de plásticos para reciclagem são: 1 PET, 2 PEAD, 3 PVC, 4 PEBD, 5 PP, 6 PS e 7 outros. As equações I e II representam a obtenção de dois desses plásticos.



Os números dos símbolos de reciclagem dos polímeros obtidos em I e II são, respectivamente,

(A) 3 e 6.

(B) 6 e 1.

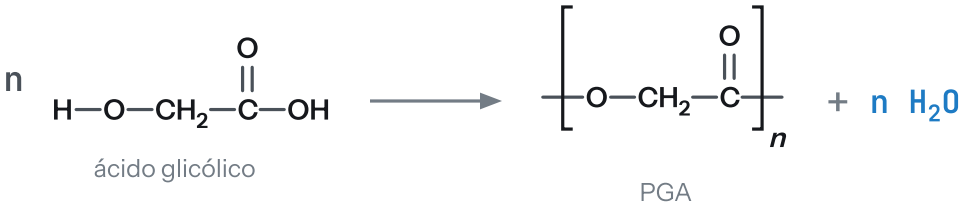
(C) 5 e 3.

(D) 1 e 3.

(E) 6 e 3.

11. Unicamp · 2ª fase (discursiva)

Fios de sutura absorvíveis são feitos de poli(ácido glicólico), PGA, obtido do ácido glicólico, $HO–CH_2–COOH$. Alguns meses depois da cirurgia, o fio não existe mais no corpo do paciente.



a) Escreva a equação de formação do dímero do ácido glicólico, com fórmulas estruturais, e classifique a polimerização que dá origem ao PGA.

b) Explique, do ponto de vista químico, por que o fio é absorvido pelo organismo.

c) Uma cadeia de PGA tem massa molar de $5{,}8 \times 10^4$ g/mol. Estime o número de unidades de repetição. Dados: H = 1; C = 12; O = 16.

12. UERJ · Exame Discursivo (discursiva)

O isopor é poliestireno expandido, um plástico com cerca de 98% de ar. O poliestireno é obtido a partir do vinilbenzeno, também chamado estireno.

a) Classifique a reação de polimerização do estireno e escreva a fórmula estrutural plana do monômero.

b) Uma cadeia de poliestireno tem massa molar de $5{,}2 \times 10^4$ g/mol. Calcule o número de moléculas de estireno que a formaram. Dados: H = 1; C = 12.

Folha de respostas

Questão	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Resposta										

Gabarito comentado

1. ENEM: C · Compare as pontas do produto com o PET. Cada carbonila, que no polímero estava ligada ao –O–CH_2–CH_2–O– da cadeia, aparece ligada a um –O–CH_2–CH_2–OH solto. Quem traz esse pedaço, com um –OH livre na ponta, é o **etanodiol** (etilenoglicol). É uma transesterificação: a reação que formou o PET andando para trás, com glicol no lugar da água.
(A) Com metanol (metanólise), cada carbonila ficaria com um –OCH_3: sairia tereftalato de dimetila, sem os grupos –CH_2CH_2OH do produto. Essa foi a reação da questão original.
(B) Com etanol, as pontas seriam –O–CH_2–CH_3, sem o –OH no fim: sairia tereftalato de dietila.
(D) Um ácido carboxílico não quebra o éster por transesterificação, e o produto não tem nenhum grupo acetila.
(E) A água faria a hidrólise e devolveria o ácido tereftálico, com –COOH nas pontas, e não um éster.
Inspirada em ENEM 2019, Q124 (https://download.inep.gov.br/educacao_basica/enem/provas/2019/2019_PV_impresso_D2_CD7.pdf#page=13).

2. FUVEST: D · Separe a cadeia em unidades. O trecho de dois carbonos com –C≡N pendurado, com a dupla devolvida, vira H_2C=CH–C≡N, a **propenonitrila** (acrilonitrila). O trecho de quatro carbonos com a dupla no meio veio de um dieno: na adição 1,4, as duplas C1=C2 e C3=C4 do **buta-1,3-dieno** se desfazem e nasce a dupla C2=C3.
(A) A dupla do polímero está no meio da unidade de quatro carbonos, mas no monômero ela estava nas pontas: o butadieno tem duas duplas, e a adição 1,4 cria a dupla C2=C3. O but-2-eno daria uma cadeia com –CH(CH_3)–CH(CH_3)–.
(B) O grupo pendurado é –C≡N, e não –CH_3: o monômero é a propenonitrila (acrilonitrila).
(C) Cortar de dois em dois carbonos só funciona quando a cadeia não tem dupla. O trecho de quatro carbonos com a dupla no meio veio de um dieno: o eteno nunca deixaria uma dupla na cadeia.
(E) Com uma dupla só, o but-1-eno daria uma cadeia sem dupla nenhuma, com um grupo etila pendurado.
Inspirada em FUVEST 2019, Q44 (https://www.fuvest.br/wp-content/uploads/fuvest_2019_primeira_fase.pdf#page=14).

3. UNESP: B · O grupo que une as unidades é –CO–NH–: um carbono de carbonila ligado a nitrogênio. É a função amida, e o polímero é uma **poliamida**, formada por condensação (cada amida formada solta uma água).
(A) Um poliéster teria –COO– na cadeia. Aqui o carbono do C=O está ligado a um N–H, e não a um oxigênio.
(C) Amina seria um nitrogênio ligado só a carbonos e hidrogênios. Com o C=O vizinho, o grupo é amida.
(D) Éter é C–O–C. Não há oxigênio na cadeia principal: o único O está no C=O.
(E) Cetona seria um C=O entre dois carbonos. Aqui um dos vizinhos do C=O é o nitrogênio.
Inspirada em UNESP 2023, Q75 (https://www.curso-objetivo.br/vestibular/resolucao-comentada/unesp/2023/1fase/UNESP2023_1fase_prova.pdf#page=27).

4. Unicamp: b · Na adição, o mero tem a fórmula do monômero: $C_4H_6O_2$ = 4 × 12 + 6 × 1 + 2 × 16 = 86 g/mol. Então n = 43 000 ÷ 86 = **500**.
(a) Faltou o quilo: 43 kDa são 43 000 g/mol, e não 43 g/mol.
(c) 980 sai de 43 000 ÷ 44, a massa do "álcool vinílico" (C_2H_4O). Mas o mero do PVA é o acetato de vinila inteiro, 86 g/mol: na adição, nada sai do monômero.
(d) Multiplicou em vez de dividir: 43 000 × 86.
Inspirada em Unicamp 2018, 1ª fase (prova Q), Q67 (https://www.comvest.unicamp.br/vest2018/F1/f12018Q.pdf#page=21).

5. UERJ: A · Corte a ligação C(=O)–O de cada éster e devolva a água: o carbono da carbonila ganha um –OH (vira –COOH), e o oxigênio ganha um H (vira –OH no carbono 3). Sai HO–CH(CH_3)–CH_2–COOH, o **ácido 3-hidroxibutanoico**: um monômero com as duas pontas, como o ácido láctico do PLA.
(B) O –OH volta para o carbono que estava ligado ao oxigênio do éster, e esse é o carbono 3 (o que tem o CH_3). O carbono 2 é o CH_2 vizinho da carbonila.
(C) A água devolve um –COOH na ponta da carbonila, e não um álcool. Um diol não teria como formar o éster da cadeia.
(D) Uma dupla C=C indicaria polímero de adição. A hidrólise de um éster não cria dupla nenhuma.
Inspirada em UERJ 2019, 1º Exame de Qualificação, Q44 (https://www.vestibular.uerj.br/wp-content/uploads/2019/02/2019_1eq_prova.pdf#page=26).

6. Santa Casa: A · A acrilonitrila tem C=C, e a equação não tem subproduto: **adição**. O grupo pendurado em cada unidade é –C≡N: **nitrila**. A lã é queratina, uma **proteína**, polímero natural de condensação com ligações amida (peptídicas). A fibra imita a lã no toque, não na química.
(B) Nada sai na reação, e o monômero tem C=C: é adição. Condensação exigiria duas pontas que reagem e soltam uma molécula pequena.
(C) O grupo –C≡N é nitrila. Amina tem nitrogênio só com ligações simples (–NH_2, –NH–).
(D) A lã é queratina, uma proteína. Polissacarídeos são o amido e a celulose (a do algodão).
(E) Duas trocas: a PAN é de adição, e o grupo dela é nitrila. Condensação e amida descrevem a lã (proteína), não a PAN.
Inspirada em Santa Casa 2026, Q60 (https://www.curso-objetivo.br/vestibular/resolucao-comentada/santacasa/2026/1dia/santacasa2026_1dia_prova.pdf#page=21).

7. Einstein: D · Na etapa 1, uma molécula de etanol perde o H e o OH de carbonos vizinhos e forma a dupla: desidratação **intramolecular**. Na etapa 2, a dupla se abre e nada sai: **adição**. E o polietileno verde é polietileno comum, com a cadeia só de C–C: **não é** biodegradável.
(A) Desidratação intermolecular junta duas moléculas de etanol e dá éter (etoxietano). E o polietileno verde não é biodegradável.
(B) A etapa 2 não solta nada e abre a dupla C=C: é adição. Quem solta água é a etapa 1, que não é uma polimerização.
(C) Três trocas: a etapa 1 tira a água de uma molécula só (intramolecular), a etapa 2 é adição e o polietileno não é biodegradável, venha de onde vier.
(E) "Verde" fala da origem do carbono (a cana), não do destino. O polietileno verde é a mesma molécula do polietileno de petróleo e dura o mesmo tanto.
Inspirada em Einstein 2023, Prova I, Q35 (https://www.curso-objetivo.br/vestibular/resolucao-comentada/alberteinstein/2023/alberteinstein2023_prova_I.pdf#page=10).

8. Mackenzie: c · A cadeia repete –O–CH(CH_3)–C(=O)–: ligações éster na cadeia principal, um poliéster de condensação. Cortando cada C(=O)–O e devolvendo a água, sai HO–CH(CH_3)–COOH, o **ácido 2-hidroxipropanoico** (ácido láctico).
(a) O oxigênio da cadeia está ligado a um C=O: o grupo é éster (–COO–), e o PLA é um poliéster.
(b) O ácido propenoico (acrílico) forma, por adição, uma cadeia só de carbonos com –COOH pendurado. No PLA, o oxigênio está dentro da cadeia: é condensação.
(d) O monômero, o ácido láctico, tem as funções ácido carboxílico e álcool. Aldeído seria –CHO.
(e) Um monômero só, o ácido láctico, tem as duas pontas (–OH e –COOH): o PLA é um homopolímero.
Inspirada em Mackenzie 2026, Q28 (https://www.curso-objetivo.br/vestibular/resolucao-comentada/mackenzie/2026/2dia/mackenzie2026_prova_2dia.pdf#page=27).

9. PUC-Campinas: E · Cinco aminoácidos em fila têm **quatro** ligações peptídicas (–CO–NH–) entre eles, e cada uma, ao se formar, solta **uma** molécula de água: 4 e 4. As pontas da cadeia, o –NH_2 da tirosina e o –COOH da leucina, ficam livres.
(A) Cinco é o número de aminoácidos. Numa cadeia de cinco elos há quatro emendas: 4 ligações peptídicas.
(B) Cinco é o número de aminoácidos, não de ligações. E cada ligação peptídica solta uma água: os dois números são iguais.
(C) Cada ligação peptídica solta exatamente uma água: os dois números têm de ser iguais.
(D) Três seria a conta de uma cadeia de quatro aminoácidos. E o número de águas é igual ao de ligações.
Inspirada em PUC-Campinas 2026, Específica, Q11 (https://vestibulares.estrategia.com/portal/wp-content/uploads/2026/03/Prova-medicina.pdf#page=26).

10. Famerp: E · Em I, o monômero é o vinilbenzeno (estireno), e o polímero é o **poliestireno**, código **6**. Em II, o monômero é o cloroeteno, e o polímero é o **PVC**, código **3**. Os dois são de adição.
(A) Inverteu: o polímero com anel benzênico (I) é o poliestireno, código 6; o que tem cloro (II) é o PVC, código 3.
(B) O 1 é o PET, de condensação. O polímero de II tem cloro: é o PVC, código 3.
(C) O 5 é o polipropileno, cujo grupo pendurado é –CH_3, e não um anel benzênico.
(D) O 1 é o PET, um poliéster de condensação. O polímero de I vem de um monômero com C=C e anel: é o poliestireno, código 6.
Inspirada em Famerp 2015, Q60 (https://www.curso-objetivo.br/vestibular/resolucao-comentada/famerp/2015/1dia/famerp2015_prova.pdf#page=21).

11. Unicamp · 2ª fase · a) HO–CH_2–COOH + HO–CH_2–COOH → HO–CH_2–COO–CH_2–COOH + H_2O. O –COOH de uma molécula reage com o –OH da outra e forma éster, soltando água: polimerização por **condensação**, e o PGA é um poliéster. b) A água do organismo, com a ajuda de enzimas, **hidrolisa** as ligações éster da cadeia. O polímero volta a ser ácido glicólico, que é solúvel e é metabolizado até CO_2 e água. c) A unidade –O–CH_2–CO– é $C_2H_2O_2$ = 58 g/mol (o monômero, 76 g/mol, menos uma água). n = 58 000 ÷ 58 = **$1{,}0 \times 10^3$**. *Critérios: a água tem de aparecer do lado dos produtos; é preciso citar a hidrólise do éster: "o corpo dissolve" não basta; usar a massa do mero (58) e não a do monômero (76), que daria cerca de 760.* Inspirada em Unicamp 2019, 2ª fase, Q3.

12. UERJ · Exame Discursivo · a) **Adição**: a dupla C=C fora do anel se abre, e nada sai. Monômero: $H_2C{=}CH{-}C_6H_5$, com o anel benzênico ligado ao CH da dupla. b) C_8H_8 = 8 × 12 + 8 × 1 = 104 g/mol. Na adição, o mero tem a massa do monômero: n = 52 000 ÷ 104 = **500**.
Critérios: o anel benzênico não participa: só a dupla de fora dele abre; na adição, a massa do mero é a massa do monômero. Inspirada em UERJ 2019, Exame Discursivo, Q07.