المحاضرة الثالثة

التركيب الكيميائي للفيروسات

التركيب الكيميائي للفيروسات

تتميز الفيروسات بامتلاكها مكونات كيميائية بسيطة ومتكررة. يتضمن الفيريون **virion** ، وهو دقائق الفيروس المعدية الكاملة **complete infectious virus particle** ، **جينومًا (مادة وراثية)** تشتمل جزيئة واحدة أو عدد قليل من جزيئات **DNA أو RNA**، محاطًا بطبقة بروتينية محددة شكلياً، تسمى الكابسد **capsid** ؛ يشكل هذا الغطاء البروتيني capsid والحامض النووي الموجود ضمنه او داخله معًا تركيبا يسمى نيوكليوكابسد **nucleocapsid**. قد يوجد عدد صغير من البروتينات الإضافية داخل الفيريون على شكل إنزيمات. يكون nucleocapsid لبعض الفيروسات محاطة بغلاف **envelope** ثنائي الطبقة من البروتين الدهني lipoprotein bilayer والحاوي على زوائد projections من البروتينات الفيروسية تسمى **peplomers او spikes)**:. في بعض الأحيان يرتبط بروتين يسمى **matrix protein** أيضًا بالجانب الداخلي للغلاف الفيروسي envelope.

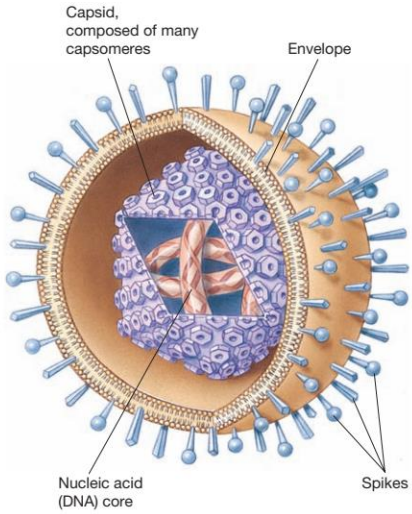
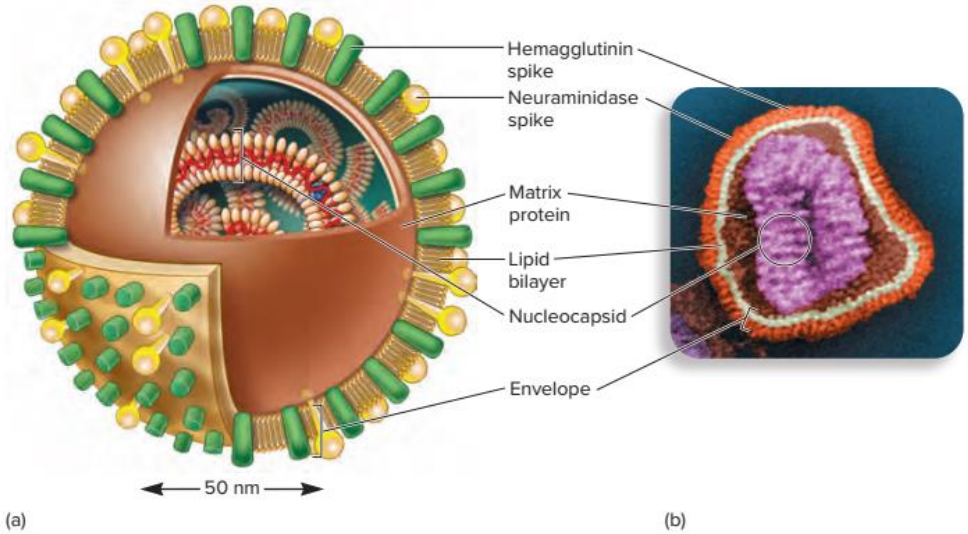
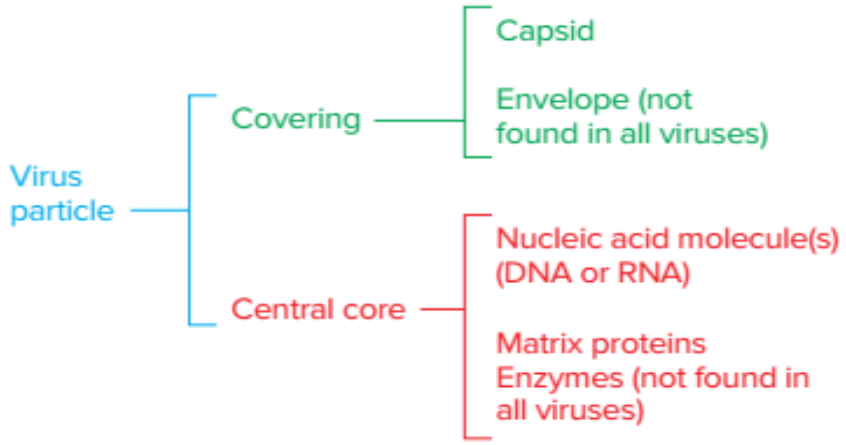
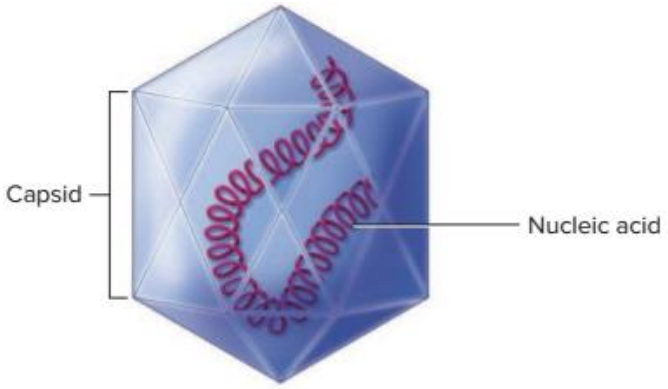


FIGURE 10.1 The components of an animal virus (a herpesvirus).





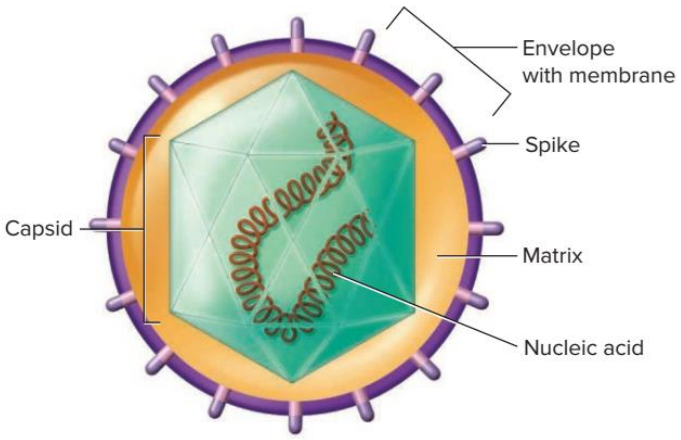


(a) **Naked Nucleocapsid Virus**

تعد الفيروسات التي تتكون من

nucleocapsid (حامض نووي + capsid) فقط

هي **فيروسات عارية naked viruses**



(b) **Enveloped Virus**

من بين 20 عائلة families من الفيروسات الحيوانية animal viruses ، هناك 13 منها **فيروسات مغلفة envelope** ،

أي أنها تمتلك غطاءًا إضافيًا خارج capsid يسمى الغلاف **envelope** ، وهو جزء محور من غشاء خلية المضيف

اولا : الأحماض النووية الفيروسية Viral Nucleic Acids

تحتوي الفيروسات **على نوع واحد من الحامض النووي إما DNA أو RNA وليس كلاهما** كمادة وراثية اولية الذي يشفر للمعلومات الوراثية اللازمة لتكاثر replication الفيروس. جزيئة الحامض النووي الفيروسي قد تكوتن مزدوجة الشريط double-stranded أو مفردة الشريط single-stranded، دائرية circular او خطية linear وكذلك أحادية الجزء monopartite (غير مجزأة non-segmented) (جميع الجينات الفيروسية viral genes الموجودة في جزيئة واحدة من الحامض النووي) أو متعددة الأجزاء multipartite (مجزأة segmented) (الجينات الفيروسية viral genes موزعة في جزيئات متعددة أو أجزاء من الحامض النووي)، جميع الجينومات الفيروسية أحادية الصيغة الصبغية haploid، أي أنها تحتوي على نسخة واحدة فقط من كل جين.

- تمتلك معظم الفيروسات حامض نووي مزدوج الشريط dsDNA ، باستثناء:

  فيروسات parvoviruses ، التي تمتلك حامض نووي مفرد الشريط ssDNA

- تمتلك فيروسات الحامض النووي الريبي (RNA) حامض نووي مفرد الشريط ssRNA ، باستثناء:

  الفيروسات Reoviruses مثل – (rotaviruses) تمتلك RNA مزدوج الشريط dsDNA

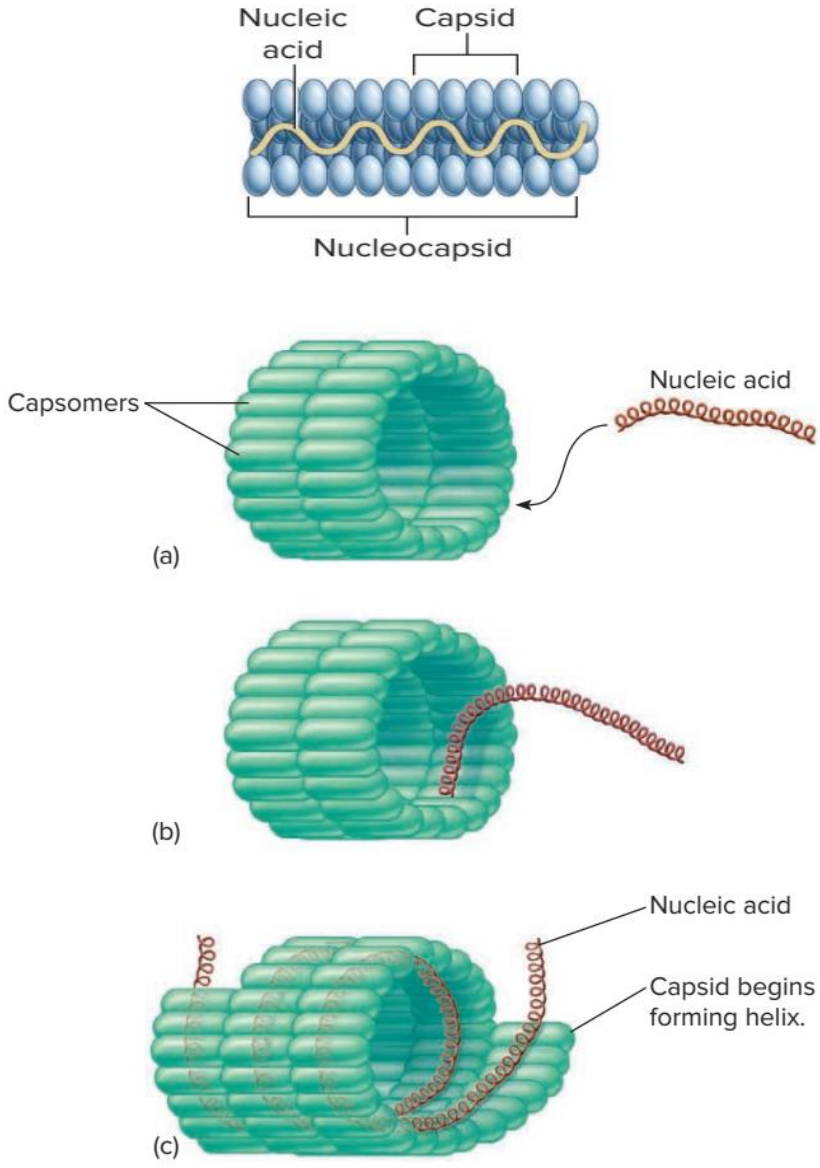
  الفيروسات القهقرية Retroviruses – تمتلك نسختين من الحامض النووي RNA مفرد الشريط ssRNA.

ثانيا : الكابسد الفيروسي The Viral Capsid: The Protective Outer Shell

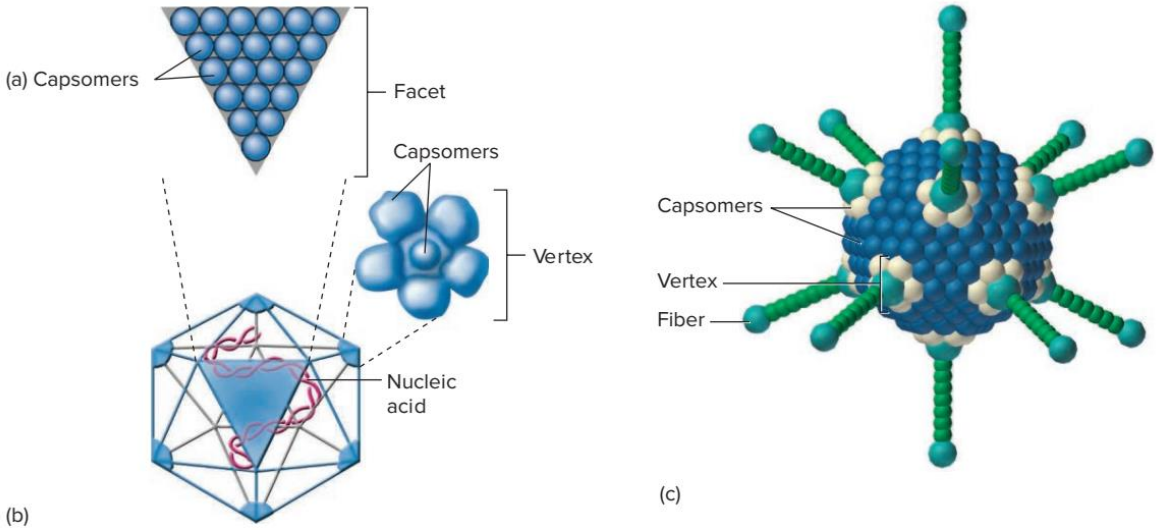
يكون الحامض النووي للفيريون virion في معظم الحالات محاطًا **بكابسد capsid** ***يحميه من عوامل المحيط الخارجي مثل الانزيمات** و ***يمنح الفيروس شكل محدد** و ***يلعب capsid أيضًا دورًا رئيسيًا في ربط بعض الفيروسات بالخلايا المضيفة اي يسهل دخول الفيروس الى الخلية** . بشكل عام، يتكون كابسد capsid أي فيروس من عدد من **الوحدات الفرعية البروتينية protein subunits المتطابقة** تسمى **capsomers**. يمكن للكابسد أن تتجمع ذاتيًا في

شكل capsid نهائي. يؤدي شكل وترتيب capsid إلى إنتاج واحد من نوعين مختلفين من capsid (شكلين او تناظرين مختلفين للكابسد) هما: **تناظر حلزوني helical أو تناظرعشروني الوجوه icosahedral.**

1. الشكل او التناظر الحلزوني للكابسد helical symmetry of capsid : وفيه يلتف الحامض النووي nucleic acid و capsomers معًا على شكل حلزون **helix or spiral** لتكون النيوكليوكابسد nucleocapsid ، اذ تتجمع capsomers في شكل اقراص مجوفة تشبه السوار، ثم يحشر الحامض النووي في مركز القرص ثم يلتف معها مشكلا تناظرا او شكلا حلزونيا.



2. الشكل او التناظر عشروني الوجوه للكابسد icosahedral symmetry of capsid: تحتوي العديد من عائلات الفيروسات الرئيسية على capsids مرتبة في شكل عشروني الوجوه **icosahedron** وهو شكل مضلع polygon ثلاثي الأبعاد three-dimensional متناظر symmetrical ، له 20 جانبًا sides او وجه facets و12 زاوية corners متباعدة بشكل متساوٍ. كل وجه على شكل مثلث متساوي الأضلاع يحتوي على 3 وحدة فرعية بروتينية identical protein subunits او وحدة تركيبية structural units. نظرًا لأن المجسم العشروني الوجوه للفريون يحتوي على 20 وجهًا faces، فإن 60 وحدة بروتينية متطابقة (60 identical protein subunits) (3 وحدة فرعية بروتينية لكل وجه 20 وجهًا) هو العدد الأدنى اللازم لبناء الكابسد ذو التناظر العشروني الوجوه.



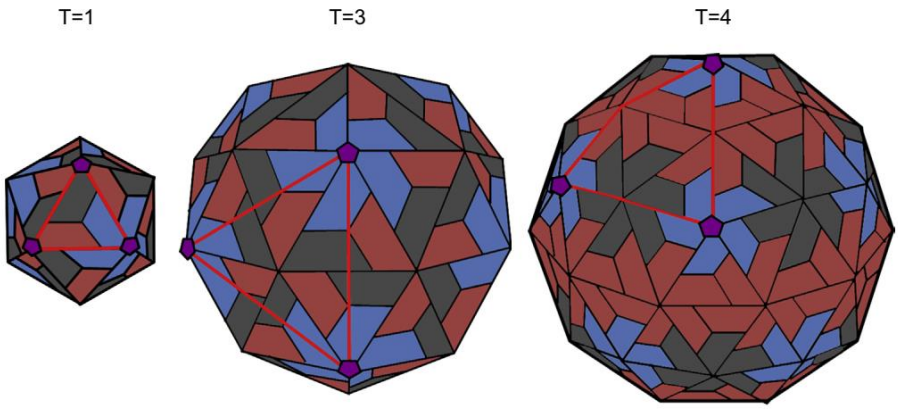
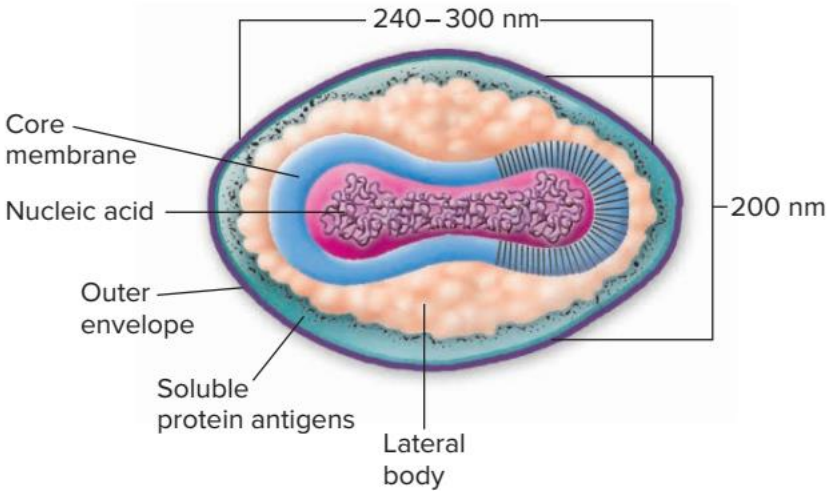
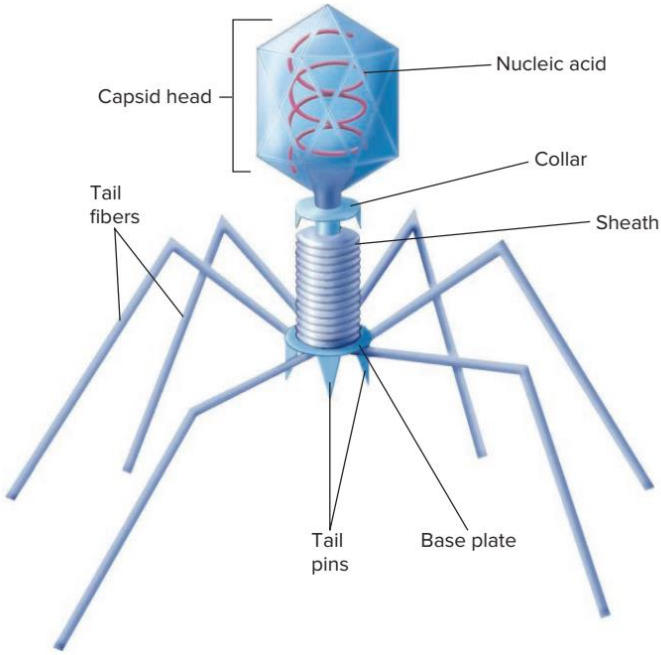


FIGURE 2.8 Capsid architecture and triangulation number. (A) Virus capsids are composed of viral protein subunits that form structural units. The triangulation number (*T*) indicates the number of structural units per face of the icosahedron. In a *T* = 1 virus, one structural unit (composed of three different protein subunits: gray, red, and blue) create the icosahedron face. (B) Virion capsids with *T* = 1, *T* = 3, and *T* = 4. The red lines outline a triangular face of the icosahedron, while the purple pentagons indicate the vertices (fivefold axes) of the icosahedron.

3. **الشكل او التناظر المعقد للكابسد Complex Symmetry:** يشار إلى الفيروسات (مثل فيروسات الجدري poxviruses) التي لا تظهر تناظرًا عشروني الوجوه icosahedral أو حلزونيًا helical بسبب تعقيد بنيتها، بأنها ذات تناظر معقد Complex Symmetry.



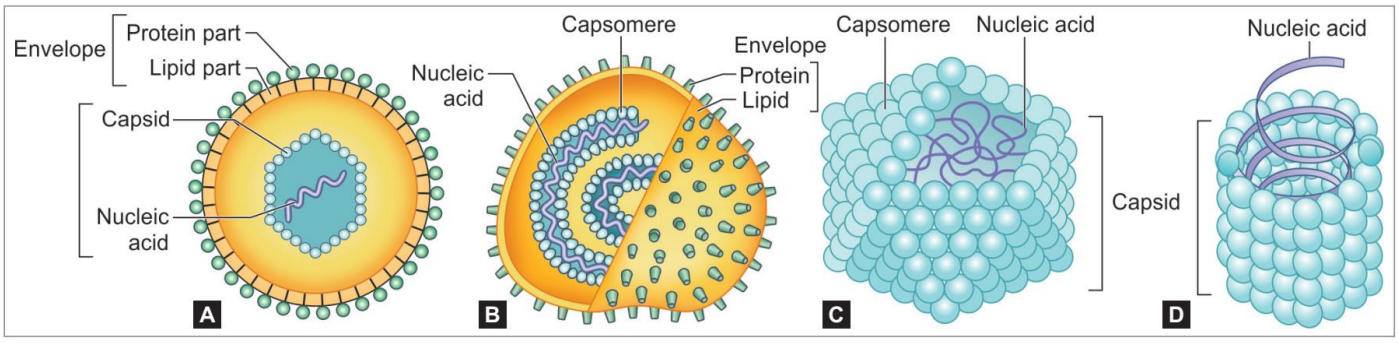
بعض افراد مجموعة أخرى من الفيروسات المعقدة للغاية، مثل العاثيات البكتيرية bacteriophages، لها رأس capsid متعدد السطوح او متعدد الاوجه polyhedral capsid head بالإضافة إلى ذيل حلزوني helical tail وألياف fibers للارتباط بالخلية المضيفة.



ثالثا : الغلاف الفيروسي The Viral Envelope:

تحتوي معظم الفيروسات أيضًا على غلاف **envelope** يحيط بالكابسد capsid. الغلاف عبارة عن بروتين دهني lipoprotein في طبيعته ، الجزء الدهني lipid يشتق من اغشية الخلية المضيف وغالبًا ما يكون الغشاء البلازمي plasma membrane، وقد يكون أيضًا من الشبكة الإندوبلازمية للخلية cell's endoplasmic reticulum، أو معقد جولجي Golgi complex، أو حتى الغشاء النووي nuclear membrane، اعتمادا على الفيروس. اما الجزء البروتيني protein فيشفر له الفيروس من مادته الوراثية (الحامض النووي) ومعضم هذه البروتينات هي بروتينات سكرية glycoproteins تكون على شكل وحدات فرعية تسمى **peplomers**، والتي تبرز على شكل نتوءات **spikes** على سطح الغلاف . غالبًا ما تحتوي هذه الفيروسات على بروتينات، تسمى بروتينات matrix proteins، والتي تعمل على ربط الغلاف envelope بالكابسد capsid الموجودة بداخله.

- قد تحتوي بعض الفيروسات على أكثر من نوع واحد من البيبلومرات peplomers ، على سبيل المثال. تمتلك فيروسات الأنفلونزا influenza بروتينات الهيماجلوتينين hemagglutinin والنورامينيداز neuraminidase
- تكون الفيروسات المغلفة أكثر حساسية (تاثرا) للحرارة والمذيبات الدهنية مثل الأثير ether . لماذا ؟
- Peplomers هي مستضدية اذ يمكنها أيضًا الارتباط بمستقبلات محددة على الخلايا المضيفة، مما يسهل دخول الفيروس.



Figs 4.1A to D: Structure and symmetry of virus: **A.** Enveloped virus with icosahedral nucleocapsid; **B.** Enveloped virus with helical nucleocapsid; **C.** Non-enveloped virus with icosahedral nucleocapsid; **D.** Non-enveloped virus with helical nucleocapsid.

Most Viruses are Enveloped Except

- Non-enveloped DNA viruses—parvovirus, adenovirus and papovavirus
- Non-enveloped RNA viruses—picornavirus, reovirus, calicivirus, hepatitis A virus and hepatitis E virus.

Remember that the genomes of most viruses are very small? Why?

سوال : تتميز الفيروسات بامتلاكها مكونات كيميائية بسيطة ومتكررة؟ لماذا؟

او ان ميزة بناء دقائق الفيروس من وحدات فرعية متطابقة من البروتين؟؟؟